

中华人民共和国国家标准

GB/T 42151.4—2024/IEC 61850-4:2020

电力自动化通信网络和系统 第4部分：系统和项目管理

Communication networks and systems for power utility automation—
Part 4: System and project management

(IEC 61850-4:2020, IDT)

2024-04-25 发布

2024-11-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 缩略语 5

5 工程要求 5

 5.1 概述 5

 5.2 参数的范畴与类型 7

 5.3 工程工具 9

 5.4 灵活性和可扩展性 16

 5.5 可裁剪性 16

 5.6 自动化项目文件编制 16

 5.7 一般性文件编制 19

 5.8 系统集成商的支持责任 19

 5.9 系统测试和工程安排 19

6 系统寿命周期 19

 6.1 对产品版本的要求 19

 6.2 停产通告 20

 6.3 停产后的支持 21

 6.4 向后兼容 21

7 质量保证 27

 7.1 责任划分 27

 7.2 试验设备 29

 7.3 试验分类 30

附录 A（资料性） 停产通告（示例） 34

附录 B（资料性） 停产后的供货义务（示例） 35

参考文献 36

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 42151《电力自动化通信网络和系统》的第4部分。GB/T 42151 已经发布了以下部分：

- 第3部分：通用要求；
- 第4部分：系统和项目管理；
- 第5部分：功能和装置模型的通信要求；
- 第7-7部分：用于工具的 IEC 61850 相关数据模型机器可处理格式；
- 第8-1部分：特定通信服务映射（SCSM） 映射到 MMS（ISO 9506-1 和 ISO 9506-2）及 ISO/IEC 8802-3。

本文件等同采用 IEC 61850-4:2020《电力自动化通信网络和系统 第4部分：系统和项目管理》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 为了方便理解，在图 12 中表的第2列和第3列的表头中填加“冲突”两字（见 6.4.4.1）；
- 增加了“参考文献”。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由全国电力系统管理及其信息交换标准化技术委员会（SAC/TC 82）归口。

本文件起草单位：许继集团有限公司、国网电力科学研究院有限公司、国家电网有限公司国家电力调度控制中心、南京南瑞继保电气有限公司、天津津轨汇海科技发展有限公司、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、国电南京自动化股份有限公司、国网吉林省电力有限公司、北京四方继保自动化股份有限公司、国网浙江省电力有限公司、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、中国电力科学研究院有限公司、国网冀北电力有限公司电力科学研究院、长园深瑞继保自动化有限公司、国网山东省电力公司电力科学研究院、中国南方电网有限责任公司、积成电子股份有限公司。

本文件主要起草人：廖泽友、沈健、周斌、常乃超、笃峻、唐永建、彭志强、尹军、杨松、任雁铭、杜奇伟、李劲松、孙丹、王长瑞、韩伟、吴骞、黎强、张金虎、刘文彪、李文琢、梁正堂、李金、赵娜、苏怀广、蔡丹、阮黎翔。

引 言

GB/T 42151《电力自动化通信网络和系统》旨在为电力自动化系统中的所有装置提供互操作。拟由以下部分构成。

- 第 1 部分：概论。目的在于介绍本文件的概貌。
- 第 2 部分：术语。目的在于列出本文件所使用术语和定义。
- 第 3 部分：通用要求。目的在于介绍通信网络的总体要求，重点是质量要求。
- 第 4 部分：系统和项目管理。目的在于描述对系统和项目管理过程的要求以及对工程和试验所需的专用支持工具的要求。
- 第 5 部分：功能和装置模型的通信要求。目的在于规定电力自动化系统各功能的通信要求。
- 第 6 部分：与智能电子设备相关的电力自动化系统通信配置描述语言。目的在于以某种兼容的方式交换智能电子设备的能力描述，以及在不同厂家提供的工具之间交换电力自动化系统描述。
- 第 7 部分：电力自动化系统基本通信结构。目的在于通过定义分层的类模型和这些类所提供的服务来实现装置之间的通信。
- 第 8 部分：特定通信服务映射 SCSM。目的在于提供变电站站控层和间隔层内以及站控层和间隔层之间的通信映射。
- 第 9 部分：特定通信服务映射 SCSM。目的在于提供变电站间隔层和过程层内以及间隔层和过程层之间的通信映射。
- 第 10 部分：一致性测试。目的在于规定实现一致性测试的标准技术及提出性能参数时要使用的特定测量技术。

本文件是 GB/T 42151《电力自动化通信网络和系统》的第 4 部分，定义了变电站各设备场中具有智能电子设备(IED)间通信的电力自动化系统(UAS)的系统与项目管理，以及系统要求、项目管理过程的要求和对工程和试验所用的专用支持工具的要求。

本文件是电力自动化系统项目工程实施和管理的重要指导文件，也是电力自动化设备厂家进行产品设计、研发、生产、试验的重要指导文件。

电力自动化通信网络和系统

第4部分：系统和项目管理

1 范围

本文件规定了变电站各设备场中具有智能电子设备(IED)间通信的电力自动化系统(UAS)的系统与项目管理,以及相关的系统要求。

它包括了以下几个方面:

- 工程过程及其支持工具;
- 整个系统及其 IED 的寿命周期;
- 始于研发阶段,直至 UAS 及其 IED 停止运行和退役的质量保证。

本文件还规定了对系统和项目管理过程的要求,对工程和试验所用的专用支持工具的要求。

本文件适用于与电力自动化系统(UAS)过程相关的项目,例如,变电站自动化系统(SAS)。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

IEC 60848 顺序功能表图用 GRAFCET 规范语言(GRAFCET specification language for sequential function charts)

注: GB/T 21654—2008 顺序功能表图用 GRAFCET 规范语言(IEC 60848:2002, IDT)

IEC 61082(所有部分) 电气技术用文件的编制(Preparation of documents used in electrotechnology)

注 1: GB/T 6988.1—2008 电气技术用文件的编制 第1部分:规则(IEC 61082-1:2006, IDT)

注 2: GB/T 6988.5—2006 电气技术用文件的编制 第5部分:索引(IEC 61082-6:1997, IDT)

IEC 61175 工业系统、装置与设备以及工业产品 信号代号(Industrial systems, installations and equipment and industrial products—Designation of signals)

注: GB/T 16679—2009 工业系统、装置与设备以及工业产品 信号代号(IEC 61175:2005, IDT)

IEC 61850-6:2018 电力自动化通信网络和系统 第6部分:与 IED 相关的电力自动化系统通信配置描述语言(Communication networks and systems for power utility automation—Part 6: Configuration description language for communication in power utility automation systems related to IEDs)

注: DL/T 860.6—2012 电力企业自动化通信网络和系统 第6部分:与智能电子设备有关的变电站内通信配置描述语言(IEC 61850-6:2008, IDT)

IEC 61850-7(所有部分) 电力自动化通信网络和系统 第7部分:基本信息和通信结构(Communication networks and systems for power utility automation—Part 7: Basic communication and communication structure)

注: GB/T 42151.77—2024 电力自动化通信网络和系统 第7-7部分:用于工具的 IEC 61850 相关数据 模型机器可处理格式(IEC 61850-7-7:2018, IDT)

IEC 81346(所有部分) 工业系统、装置与设备以及工业产品 结构原则与参照代号(Industrial systems, installations and equipment and industrial products—Structuring principles and reference

designations)

注 1: GB/T 5094.1—2018 工业系统、装置与设备以及工业产品 结构原则与参照代号 第 1 部分:基本规则 (IEC 81346-1:2009, IDT)

注 2: GB/T 5094.2—2018 工业系统、装置与设备以及工业产品 结构原则与参照代号 第 2 部分:项目的分类与分类码 (IEC 81346-2:2009, IDT)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

支持工具 supporting tools

在电力自动化系统(UAS)及其智能电子设备(IED)的工程、运行和管理中,支持用户的工具。

注:支持工具通常是 UAS 的一部分。

3.2

工程工具 engineering tools

支持配置并形成文件,以使自动化系统符合变电站某设备场或全站及用户要求的工具。

注:分为项目管理、配置和文件编制工具。

3.3

系统规范工具 system specification tools

用于创建包含系统功能与要管理的设施/变电站的关系的系统需求规范的工具。特别是一个以规范定义的标准化格式创建规范文件以供其他工具评估的工具。

3.4

系统配置工具 system configuration tools

处理系统中智能电子设备(IED)间的通信,多个 IED 的公共事务配置,IED 监控功能的逻辑关系的工具。

注:见“3.10 系统参数”。

3.5

IED 配置工具 IED configuration tools

专用于某些智能电子设备(IED),处理其配置及配置数据下装的工具。

3.6

可扩展性 expandability

应用工程工具有效地扩展自动化系统(硬件和功能)的准则。

3.7

灵活性 flexibility

快速、有效地实现包括硬件在内的功能修改的准则。

3.8

可裁剪性 scalability

在满足各种功能、各种 IED、各种变电站规模和各种变电站电压范围的同时,实现低成本、高效率系统的准则。

3.9

参数 parameters

在给定量值域内,定义自动化系统及其智能电子设备(IED)功能行为的变量。

3.10

系统参数 system parameters

定义系统内其智能电子设备(IED)之间交互的数据。

注：系统参数对于下述情况尤其重要：

- 系统的配置；
- IED 之间通信；
- IED 之间数据的组合；
- 来自其他 IED 数据的处理和可视化(如，在站控层)。

3.11

IED 参数 IED parameters

定义其智能电子设备(IED)的行为及其过程关系的数据。

3.12

IED 参数集 IED-parameter set

定义其智能电子设备(IED)行为及其适配变电站条件所需要的全部参数值和配置数据。

注：在 IED 自主工作的场合，不需系统参数，仅使用 IED 自配的配置工具就能生成 IED 参数集。如果 IED 是系统的一部分，参数集可能包括与 IED 相关的或全部的系统参数集，此时参数集宜由系统级的通用配置工具协调。

3.13

UAS 参数集 UAS-parameter set

定义整个电力自动化系统(UAS)行为及其所应适配的变电站条件，所需要的全部参数值及配置数据。

注：参数集包括所有参与 IED 的 IED 参数集。

3.14

远方终端设备 remote terminal unit

用作监视控制与数据采集(SCADA)系统的远方子站。

注：RTU 作为到 SCADA 系统的通信网络和变电站设备之间的接口，它的功能既能在一个 IED 中完成，也能分布在多个 IED 中。

3.15

UAS 产品系列 UAS product family

一个制造商的、各种功能不同的 IED，这些智能电子设备(IED)具有在电力自动化系统中运行的能力。

注：一个产品系列的 IED 在设计、运行处理、安装、接线条件等方面是统一的。它们使用共同或统一的支持工具。

3.16

UAS 安装 UAS installation

由一个或多个制造商的、可互操作及互连的智能电子设备(IED)组成的变电站自动化系统具体实例。

3.17

配置表 configuration list

一个系统内所有智能电子设备(IED)实例及其他已安装产品实例，它们的硬件和软件版本，包括相关支持工具的各软件版本的一览表。

注：配置表还包括已配置的通信连接与地址。

3.18

配置兼容表 configuration compatibility list

智能电子设备(IED)和功能组件的所有兼容硬件、软件版本的一览表，包括在 UAS 产品系列中，共同操作的相关支持工具的各软件版本。

注：配置兼容表还包括支持的、与其他 IED 通信的传输协议与协议版本。

3.19

制造商 manufacturer

智能电子设备(IED)和/或支持工具的制造者。

注：制造商可能仅仅使用自己的(UAS 产品系列中的)IED 和支持工具,就能单独交付一个 UAS。

3.20

系统集成商 system integrator

电力自动化系统(UAS)安装的总包商。

注：系统集成的职责包括工程设计及实施、所有相关 IED 的交付与安装,还包括工厂及现场验收和试运行。质量保证、维修、备件交付义务及保证由系统集成商和用户在合同中约定。系统集成商可能采用来自不同制造商的 IED。

3.21

系统生命周期 system life cycle

具有如下两方面的特定含义的术语。

- a) 对于制造商:从一个新开发的 UAS 产品系列生产开始,到对其相关智能电子设备(IED)的支持停止之间的时间期。
- b) 对于用户:从系统设备的调试开始,到该系统设备中的最后一个智能电子设备(IED)退出运行之间的时间期。

3.22

试验设备 test equipment

包括所有用于模拟和试验自动化系统运行环境的输入/输出的工具和仪器,例如开关设备、变压器、电网控制中心或连接的对侧的运动通信单元,其他侧的 UAS 的 IED 之间的通信信道等。

3.23

一致性测试 conformance test

对通信信道的数据流进行验证,验证其访问的组织、格式和位序列、时间同步、定时、信号形式和电平、异常响应是否符合标准条件。

注：一致性测试能通过标准或标准的某部分进行和认证。一致性测试由通过 ISO 9001 认证并取得公共事业通信架构国际用户组织(UCA)国际用户组的测试小组资格的机构进行。

3.24

系统试验 system test

在各种应用条件下,对智能电子设备(IED)和整个自动化系统正确行为的确认。

注：系统试验标志着,作为 UAS 产品系列组成部分的 IED 到了其开发的最后阶段。

3.25

型式试验 type test

根据技术数据,在环境试验条件下,使用经过系统试验的软件,对自动化系统的智能电子设备(IED)正确行为的试验。

注：型式试验标志着硬件开发的最后阶段,是开始生产的前提条件。此试验使用通过正常生产期间制造出来的 IED 进行,不能使用原型机的研发样机。

3.26

工厂验收试验 factory acceptance test

采用将要工程应用的参数集,对生产完成将供货的系统或其部分,进行经用户同意的功能试验。

注：工厂验收试验(FAT)通常在系统集成商的工厂内,使用过程模拟试验设备进行。

3.27

现场验收试验 site acceptance test

在安装完成的现场,使用最终参数集,对自动化系统内部以及自动化系统与其运行环境之间的每个数据、控制点和功能正确性所作的验证。

注:现场验收试验(SAT)是自动化系统投入运行的前提条件。

3.28

系统要求规范 system requirements specification

包括功能、技术质量、对外接口的所有要求的规范。

注:系统要求规范通常由用户提供。

3.29

系统设计规范 system design specification

反映选择的产品如何完成系统要求规范,所需功能如何在产品中实现的系统设计描述。

注:系统设计规范通常由系统集成商提供。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ASDU:应用服务数据单元(Application Service Data Unit)

CAD:计算机辅助设计(Computer Aided Design)

CD ROM:光盘只读存储器(Compact Disc Read Only Memory)

CT:电流互感器(Current Transformer)

FAT:工厂验收试验(Factory Acceptance Test)

HMI:人机接口(Human Machine Interface)

.ied:IED能力描述文件(IED capability description file)

ICT:IED配置工具(IED Configuration Tool)

.iid:实例化 IED 描述文件(instantiated IED description file)

IED:智能电子设备(Intelligent Electronic Device)

PE:过程环境(Process Environment)

RTU:远方终端设备(Remote Terminal Unit)

SAS:变电站自动化系统(Substation Automation System)

SAT:现场验收试验(Site Acceptance Test)

SCADA:监控与数据采集(Supervisory Control And Data Acquisition)

.scd:变电站配置描述文件(substation configuration description file)

SCT:系统配置工具(System Configuration Tool)

.sed:系统交换描述文件(system exchange description file)

.ssd:系统规范描述文件(system specification description file)

TE:远程通信环境(Telecommunication Environment)

UAS:电力自动化系统(Utility Automation System)

VT:电压互感器(Voltage Transformer)

5 工程要求

5.1 概述

电力自动化系统工程是基于系统要求规范的,它定义了系统的范围、功能、边界、附加限制及要

求,还有以下各项。

- UAS 中所需硬件配置的定义:即 IED 的定义,以及 IED 之间的接口定义、IED 与系统外部的接口定义,如图 1 所示。
- 运用参数使功能、信号数量与特定运行要求匹配。
- 所有特定定义(如:参数集、虚端子联接等)的文件。

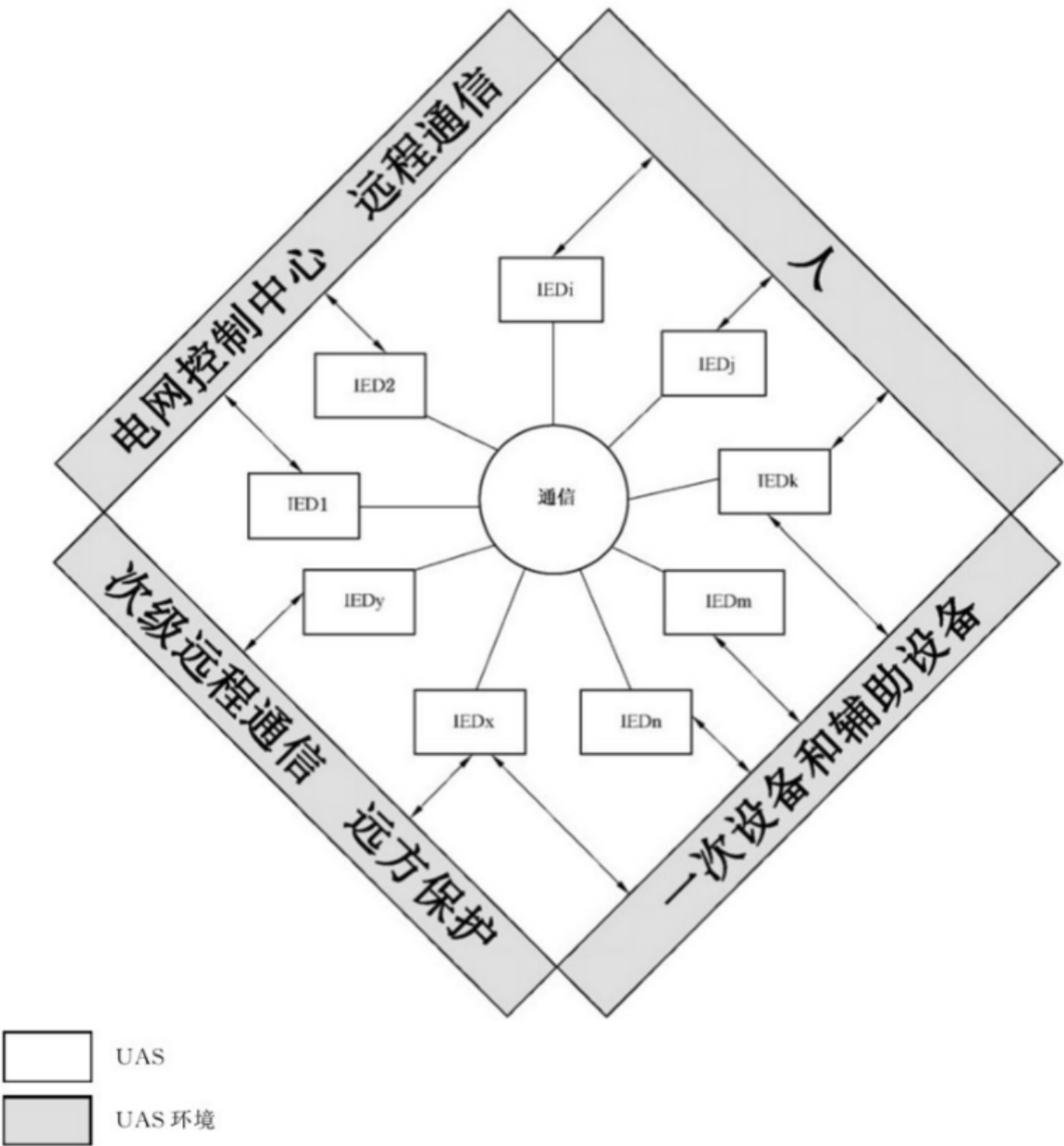


图 1 UAS 结构及其环境

如图 1 所示,UAS 由多个不同的 IED 组成。这些 IED 通过信道相互通信,并且执行与 UAS 的环境交互的任务,示例如下。

- 远程通信环境(TE):
 - 电网控制中心;
 - 从属系统;
 - 远方保护。
- 就地操作的人。
- 过程环境(PE),例如开关设备、互感器、附属设备。

典型的 IED 如下。

——对于远程通信环境：

- 网关；
- 转换器；
- RTU(远程通信侧)；
- 保护装置(远方保护侧)。

——对于人机接口(HMI)：

- 网关；
- 个人计算机；
- 工作站；
- 其他具有 HMI 的 IED。

——对于过程环境(PE)：

- 间隔控制单元；
- 保护装置；
- RTU(过程侧)；
- 计量表；
- 自主控制器(如：电压控制器)；
- 变送器；
- 开关的数字接口；
- 电力变压器的数字接口；
- 数字式 VT 和 CT。

5.2 参数的范畴与类型

5.2.1 分类

参数即数据，它们控制和支持以下的运行：

- 硬件配置(IED 的组成)；
- IED 的软件；
- 过程环境(一次设备和辅助设备)；
- 具有不同支持工具的 HMI；
- 远程通信环境。

在自动化系统及其 IED 中，一次设备场的运行要求和用户的特定要求通过这种方式得以实现。

一个 UAS 的参数与配置数据的总集合称为 UAS 参数集。UAS 参数集由所有参与 IED 的全部参数中所使用到的部分组成。

根据处理方式和输入程序，参数集内容分为两类：

- 配置参数；
- 运行参数。

根据来源和功能，参数分为如下类型：

- 系统参数；
- 过程参数；
- 功能参数。

图 2 给出了参数结构的概貌。

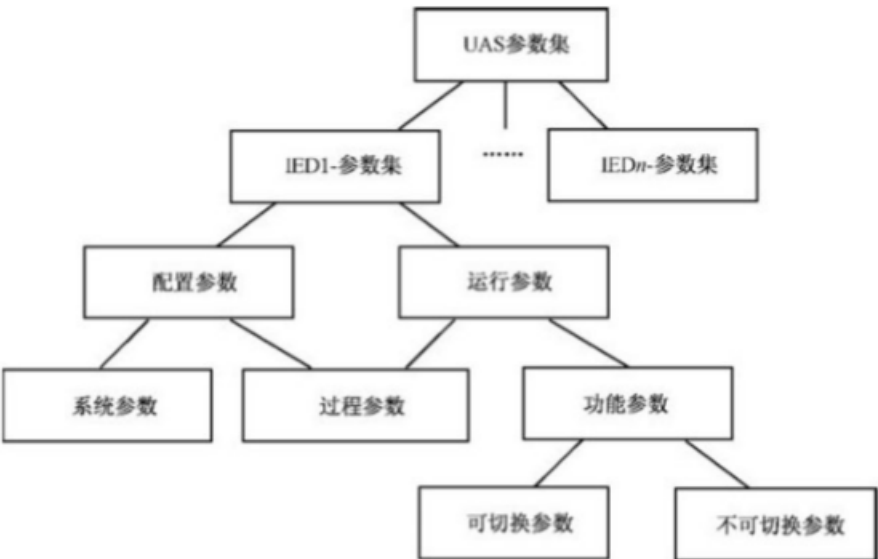


图 2 UAS 参数和 IED 参数的结构

5.2.2 和 5.2.3 分别描述了图 2 中的参数范畴和参数类型。

5.2.2 参数范畴

5.2.2.1 配置参数

配置参数定义整个 UAS 及其 IED 的整体行为。作为规则，它们只是在参数初始化时被赋值，但是在扩展或改变 UAS 功能时宜被刷新。

配置参数的生成和修改宜离线进行，即先从自动化系统的运行中退出来后，才进行。在输入配置参数时，可暂时限制系统的运行。

本文件术语的参数，从狭义上讲就是一些变量，通过设定这些变量来定义所需的行为。可是，系统和 IED 的配置通常不仅仅是值的设定。如果需要区分这些不同种类的配置，则“配置数据”就意味着更为复杂的参数化，而“配置参数”意味着仅通过值的设定进行调整。

IED 配置参数通常包括系统和过程的参数。UAS 配置参数通常是在系统级定义，包含或指定 IED 的系统参数。

5.2.2.2 运行参数

运行参数定义系统的部分功能行为。它们应是在系统的正常运行期间，可以在线改变的。允许在不限制系统运行的情况下，在参数值的限定范围内，对运行参数加以修改。在这些功能的参数化期间，保护功能及 IED 中的其他功能不应受到影响。

运行参数的范围和基本整定值在参数初始化时或修改阶段确定，与系统的运行，在时间上是错开的。运行参数能通过下列接口在线输入系统：

- 远程通信接口；
- HMI；
- IED 集成的服务接口。

运行参数通常包括过程和功能参数，例如限定值、目标值、命令输出时间、倒闸序列中的时延间隔等。

5.2.3 参数类型

5.2.3.1 系统参数

系统参数包含决定 IED 间交互的配置数据，包括系统在其技术限制和可用组件等方面的内部结构

和过程。

例如：系统配置数据决定系统内的硬件部件的配置（IED 及它们的物理连接），IED 之间的通信过程（规约、波特率）以及在站层级的 IED 软件所要求和可实现功能的范围。

此外，系统配置数据描述不同 IED 的功能之间的数据流关系，例如联锁，变电站主接线图的信息可视化等。

另外，系统配置数据包括站级事件文本记录的分配及系统内数据流的确定，例如：

- HMI（显示、事件报告）；
- 打印机；
- 存档；
- 与电网控制中心或其他变电站的远程通信。

系统及其 IED，各处的系统参数值均应保持一致。系统参数值的一致性宜由一个系统级通用的系统配置与参数化工具来维护及使其有效。

5.2.3.2 过程参数

过程参数描述 PE（过程环境）和 UAS 之间交换的所有类型的信息。

过程参数决定过程接口的定性特性[如，命令输出时间、瞬变事件的抑制（滤波时间）、测量值死区（阈值）]以及过程自身（如，开关运行次数）。

此外，过程参数还包括对 IED 设备层的可视化事件的文本配置。

5.2.3.3 功能参数

功能参数是对用户使用功能的定性和定量的特性描述。功能参数通常可在线修改。

例如，功能参数决定控制器动作的阈值（设定点），保护继电器的起动和跳闸条件、在测量溢出或特定事件触发等情况下的自动控制顺序。功能参数决定自动控制、保护、闭锁和调节的算法。

功能参数分为可切换和不可切换两种参数值组。

一套功能参数值可与本功能参数组的其他套功能参数值，并行地存储在一个 IED 内。这种情况下，任一时间内只能有一套功能参数值起作用。各套参数值之间应能在线切换。

5.3 工程工具

5.3.1 工程配置过程

工程配置过程是针对某设备场域（如：变电站全站）和基于用户的系统要求规范的运行准则，创建此自动化系统的设计与配置条件。

在工程配置过程中，可区分下列不同的参与角色。

- 项目需求工程师：提出项目范围，项目的边界、接口、功能及来自环境条件所需的特定要求、可靠性和可用性要求，以及与命名、最终的特定地址范围限制或产品使用有关的处理；定义想要的的应用方式以及系统如何运行（项目需求规范）；提交项目交付要求文件。
- 项目设计工程师：基于项目需求规范设计系统，包括它的体系结构、完成所要功能的所需产品要求和产品间应该如何交互工作；最终完成系统设计规范。
- 制造商：供应系统所需的产品。需要的话，还提供项目所特定的 IED 配置。
- 系统集成商：负责建设系统。根据系统设计规范和制造商提供的具体可用产品，设计系统各组成部分之间的互操作，将它们集成为一个可运行的系统，并完成系统配置描述。
- IED 配置工程师：根据已提出的系统与设备配置，将 IED 的过程、功能及系统参数调整到项目所特定的特性。

——测试与调试工程师：基于系统配置描述、系统设计、要求规范及附件文件，完成系统测试；然后，将系统操作到投运状态。

实际工程中，一个人或组织能承担多个角色。例如，制造商还可做系统集成商，或者用户自己做系统集成。这仅会影响到工程的分包及承包结果，不会影响到要实现的任务。

具体的配置过程也与系统各部分的职责及他们相互间的关系有关。即使系统集成商有可能同时又是制造商，也应集成来自其他制造商的产品。用户可能需要系统具备与其他用户系统交互的接口。针对这些组织性接口，宜采用标准化的数据交换格式。

一个典型的项目起始于项目需求工程师创建项目需求规范，该项目需求规范定义项目的范围、单接线图、设备额定及其他的数据。其目标是创建可用于投标和工程，但还未考虑设计、室内外安装作业的系列技术规范。在通用接口要求方面，它也包括一两次设备的标识，或至少是命名规则，需要与用户的其他系统接口通信的地址或编址方案。而且，还需有冗余要求、响应时间、可用性与安全性措施。安全性措施应包含对该项目的环境、物理和地理等的约束因素。

IEC 61850-6 规定单结线图应在其单结线描述中的一次设备标识处，描述出用户的功能性名称和预期的自动化系统功能(.ssd,系统规范描述)。此描述规范是基于 IEC 81346-1 的分层结构，然而，也可替代采用 IEC 81346-2 的用户的特定标识，还可附加用户特定描述的文本文字。IEC 61850-6 还规范了在系统项目之间交换的功能及通信接口描述(通过.scd,系统交换描述)。

基于以上的需求规范和对现有解决方案与产品的理解，项目设计工程师设计系统的功能与物理体系结构，包括达到所要求的响应时间和可靠性的通信系统，提出所要用产品的要求。系统的详细设计规范应经项目需求工程师确认后，才能作为产品制造商按照指定的配置交付所需产品的依据。这样，所完成的系统设计规范，才能被 IED 的规范描述、IED 的功能及其按照 IEC 61850-6(.scd,系统配置描述)定义的过程功能性关系所支持。系统集成商应使用此系统设计规范来订购合适的产品，并构建系统。制造商在系统集成之前提供 IED，同时提供 IED 功能及通信工程能力的规范描述文件(.ied,IED 能力描述)。此文件之后就是系统配置工程师的工作基础。

通常系统设计规范的部分内容是由项目设计工程师在投标过程中完成。完成第一稿系统设计规范与系统要求规范后，才能开启接续的项目系统设计。

如图 3 所示，基本的工程过程从生成系统设计规范(系统设计)开始。生成系统设计规范应基于已经获得项目需求工程师认可的招标文件。

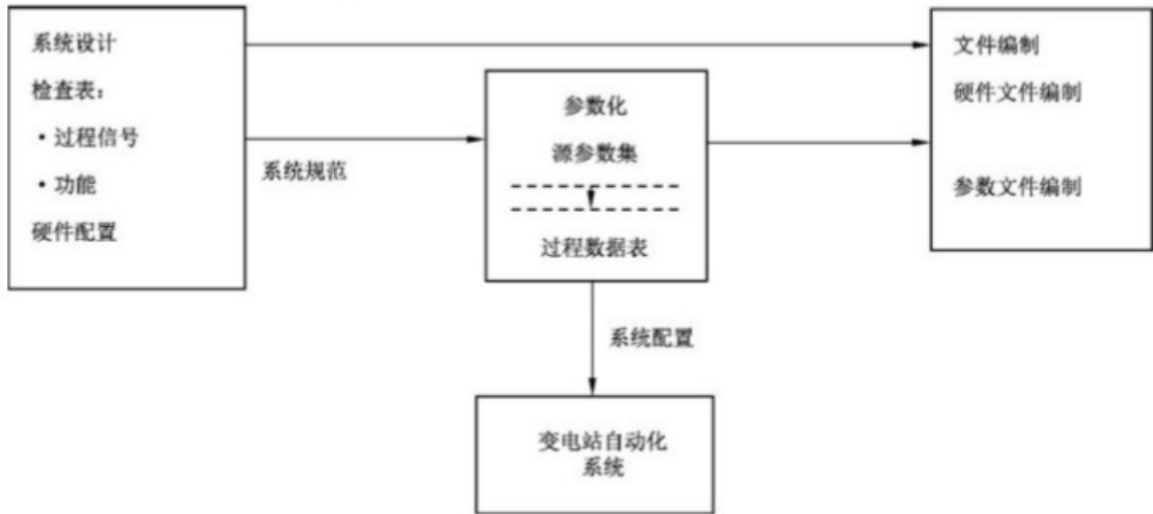


图 3 工程任务及其相互关系

系统设计就是确定一个技术方案以完成所要求的自动化系统设计任务。设计任务包括系统结构的选择、IED 类型选择、IED 的基本配置以及确定 IED 与 PE 之间的接口等。其结果是系统设计规范。

在配置处理过程中，某些系统功能需建 IED 组，在组内的 IED 创建或激活；此时也会激活一组包含

系统和 IED 配置数据的参数。根据 IED 的能力,这些配置处理能在工程前的预处理中由设备厂商、IED 配置工程师或项目设计工程师来实施完成。

参数化是指参数的工程细节处理,此处具体是指为 UAS 创建参数集。系统配置数据(即系统参数集)是由系统集成商完成的。IED 配置数据(即 IED 参数集)是由 IED 配置工程师完成的。

文件是对项目及所有参数化协议内容的描述。按照标准要求,参数化协议内容是关于系统特性、系统与 PE 连结特性的描述。

实际工程中,工程工具对于有效地处理这些工程任务是很有用的。为了更好地支持不同 IED、不同厂商的工具间的互操作性,本文件考虑如下三种工具。

- 系统规范工具:根据所需的系统功能及过程能力需求,确定系统和设备的要求。
- 系统配置(系统设计)工具:基于系统(要求)规范选择所需的 IED,定义系统 IED 之间的通信连接、IED 功能与一次设备之间的逻辑关联。通常系统配置工具包含系统规范工具。
- IED 配置(参数化)工具:基于前期的系统设计、需求规范,以及在系统配置处理完成后,系统配置工具生成的系统描述,对 IED 进行详细的参数化。

为了使不同厂商的 IED 配置工具与系统配置工具,以及不同系统配置工具(像一个独立的项目一样,独自处理不同的系统部分)间,能实现工程数据的互操作交换,已在 IEC 61850-6 中为此定义了合适的配置数据交换格式。

5.3.2 系统规范工具

在项目需求阶段,系统规范工具可描述各单接线级别的过程部分及相关的名字、在此过程部分以形式化方式实现的所需功能。这种形式化的描述可支持对所需产品的评估,也可在系统设计阶段输入给系统配置工具。大多数情况下,系统规范工具基于模板数据库,采取标准化的功能及其所需的信号、典型的过程部分。

在 IEC 61850-6 中定义的标准语言,提供一个对系统需求规范方面的标准描述。

5.3.3 系统配置工具

系统配置工具为自动化系统项目设计阶段中的功能分配提供组件选择。多数情况下,系统配置工具基于 IED 或解决方案数据库,只要求所需功能及过程信号的最少输入。第一步,使用系统配置工具做出初始配置数据,例如表格和核对表。这些内容应获得项目需求工程师和项目设计工程师双方的认可。在此份初始配置中,系统的结构和配置,包括与 PE 的接口都需要被定义。第二步,由系统集成商配置 IED 间的通信连接。至此,完成了预期系统功能的组建。

在 IEC 61850-6 中定义的标准系统配置描述语言(SCL 语言)支持在系统配置工具与 IED 配置工具之间以及不同项目的两个不同的系统配置工具之间交换配置数据。SCL 语言还支持将 IED 的功能和通信能力用作系统配置工具的外部输入用于产品选择。

本文件的目的是使 IED 类型、制造商与配置工具的实现相互独立。因此,系统配置任务的实现要不依赖于所用的 IED;工程配置结果要以标准格式,分别传交给各 IED 的工具。因此,系统配置工具应能导入基于 SCL 语言的 IED 描述和系统接口描述,以及导出基于 SCL 语言的系统配置描述文件。

5.3.4 IED 配置工具

IED 配置工具支持在系统内为某个 IED 创建统一的 IED 参数集。这(套)工具通常是制造商专用,甚至是 IED 专用。基本的 IED 功能定义以及所有系统相关的配置数据是从系统配置工具生成的系统配置描述导入的。因此,IED 配置工具应支持导入用 IEC 61850-6 中定义的 SCL 语言写成的系统配置描述。而且,IED 特定的配置数据,如特定功能的实现、定值或 IED 特定的参数,都可用此工具完成。

IED 配置工具的主要任务是为各 IED 生成基于统一 IED 参数集的过程数据表,并对过程数据表做

安全管理。IED 配置工具应能读取实际的参数值。
此外,IED 配置工具应支持 IED 参数集的管理、存档和文件编制。
IED 配置工具的基本组件和 IED 的配置过程如图 4 所示。

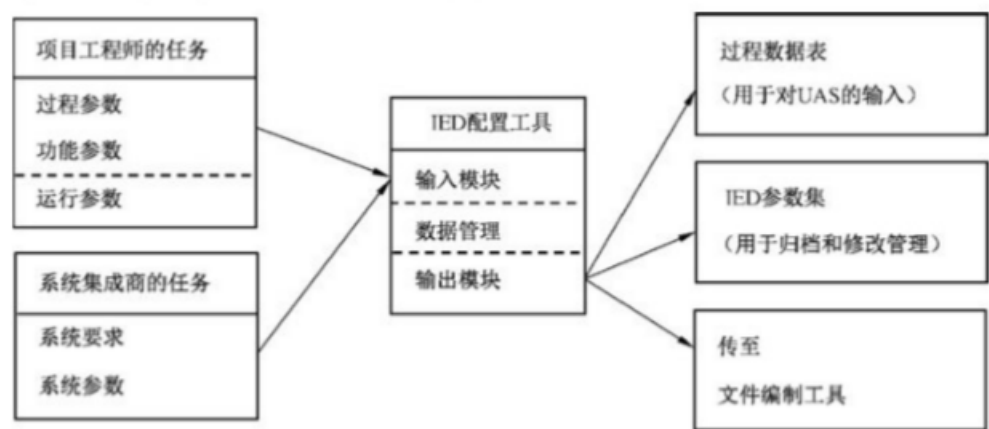


图 4 IED 配置工具的基本组件和 IED 的配置过程

IED 配置工具的数据输入模块支持参数的交互式输入,也支持通过系统配置工具生成的系统描述的导入。输入数据的结构在技术上应面向过程架构,即按照变电站、电压等级、间隔、设备和功能的分层方式构建输入数据。宜通过使用典型解决方案示例模板或复制功能(例如,开关、间隔、母线段等的复制)来尽量避免类似信息的重复输入。

每个参数的输入口宜只有一处。为了保证参数值的一致性,参数对其他过程的赋值宜自动进行。
数据管理模块根据录入参数的一致性和合理性来检查其数值。具有多重用途的参数将分配给相关的过程。

此外,数据管理模块还包括与 IED 参数集相关的系统信息管理。系统信息包含参数集的唯一标识。包括:

- 过程(如:变电站或线路)标识;
- 文件标识及版本标识;
- 参数集版本标识;
- 工程师的标识;
- 访问许可;
- 创建/修改日期;
- IED 和 IED 配置工具的软件版本;
- 项目中的 IED 实例名。

数据管理模块生成过程数据表。过程数据表是自动化系统按照变电站和用户要求运行的基础。

输出模块负责将过程数据表传输到(内部或外部的)存档或直接输入到系统及其 IED,此外,它还提供调用、查看存档源参数的服务。输出模块应为文件编制工具提供源参数。

5.3.5 文件编制工具

文件编制工具按照所要求的标准[IEC 61175、IEC 60848、IEC 81346(所有部分)、IEC 61082(所有部分)]进行统一的、项目特定的文件编制。文件编制的内容包括:

- 项目设计过程中定义的硬件文件,用来描述系统组件和 PE 之间的所有外部联接;
- 软件文件,可根据不同的需要,采用(原理)功能图、序列图、流程图等不同形式;
- 参数文件,用来描述所有在参数化过程中达成一致的内部定性或定量关系。

文件编制工具宜能生成“修订历史”,记载自身的全部变化。

5.3.6 工程工具的工作流程

5.3.6.1 从系统规范到项目描述

典型用例:有多个 ICT 参与,集中到一个 SCT(如图 5 所示)。

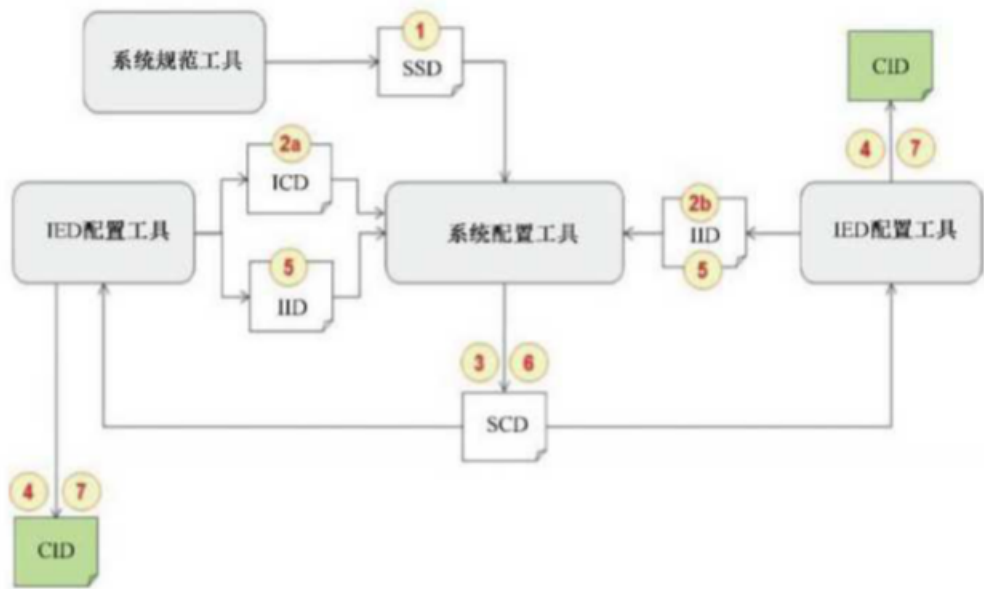


图 5 从系统到项目的工程工作流程步骤

- 步骤 1:系统规范工具(SST)按照 IEC 61850-6,创建.ssd 文件。
- 步骤 2a:IED 配置工具(ICT)按照 IEC 61850-6,创建.icd 文件。
- 步骤 2b:ICT 按照 IEC 61850-6,创建.iid 文件。
- 步骤 3:系统配置工具(SCT)使用前两步创建的.ssd 文件,.icd 文件和/或.iid 文件,创建.scd 文件。
- 步骤 4:ICT 用步骤 3 创建的.scd 文件为 IED(数据流的配置)做最终配置并发布.cid 文件。
- 第 4 步是最终的步骤,除非遇到 ICT 要求修改.scd 文件内容的情况。此时 ICT 应将修改内容传给 SCT,SCT 再发布一个更新的.scd 文件。完成更换后,进入下面的步骤 5。
- 步骤 5:ICT 更新 IED 描述。这些描述是基于远期的 IED 配置需要和步骤 3 中 SCT 提供的系统配置需要。ICT 通过.iid 文件,将更新的配置描述输出到 SCT。
- 步骤 6:SCT 发布吸收了步骤 5 输出的.iid 文件描述信息的新.scd 文件。
- 步骤 7:使用步骤 6 发布的.scd 文件,ICT 发布新的.cid 文件并配置到 IED。

5.3.6.2 系统工具更换

用例:考虑到 SCT A 要被 SCT B 更换。上下文通过 SCT A 输出的.scd 文件传递。

与前述用例一样,用 SCT A 创建了一个项目。假设在 SCT A 工具被更换前,已用 SCT A 创建了一个传统工程项目,如图 6 所示。

注: SCT 更换的目的总是更新/升级系统配置,增加之前 SCT 不支持的特性。

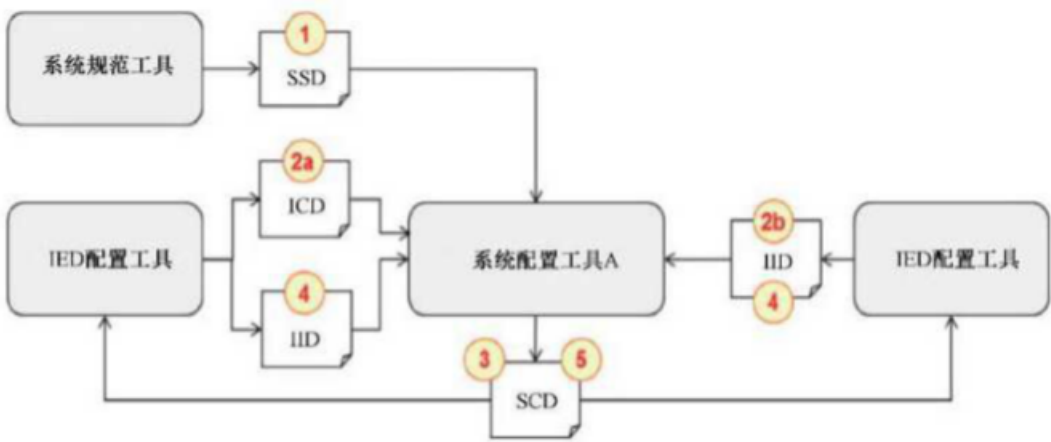


图 6 系统工具更换, 第一阶段

步骤 1: 系统规范工具(SST)创建.ssd 文件。
步骤 2a: IED 配置工具(ICT)创建.icd 文件。
步骤 2b: ICT 创建.iid 文件, 作为初始实例。
步骤 3: SCT A 使用前两步创建的.ssd 文件、.icd 文件和.iid 文件, 创建.scd 文件。
步骤 4: 各 ICT 用步骤 3 创建的.scd 文件, 创建.iid 文件。
步骤 5: SCT A 发布吸收了步骤 4 创建的.iid 文件描述信息的新.scd 文件。
此后, 进入第二阶段; SCT B 将使用 SCT A 提供的.scd 文件, 如图 7 所示。

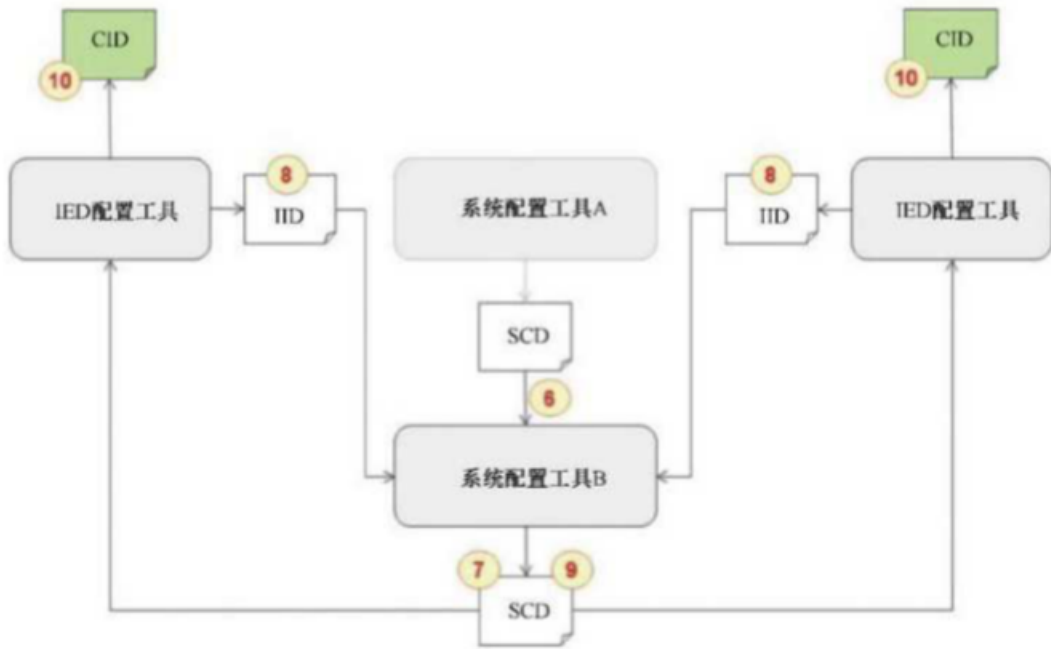


图 7 系统工具更换, 第二阶段

步骤 6: SCT A 将步骤 5 发布的.scd 文件传给 SCT B。虽然图 7 没有显示 SCT A 要将.icd 文件传给 SCT B, 但还是强烈推荐, 所有用到的.icd 文件也都要传其最新的版本给 SCT B。
步骤 7: SCT B 用 SCT A 在步骤 5 发布的.scd 文件, 更新.scd 文件。
步骤 8: 各 ICT 用步骤 7 输出的.scd 文件, 创建.iid 文件。
步骤 9: SCT 发布新的.scd 文件。
步骤 10: 各 ICT 使用先前创建的.scd 文件, 创建.cid 文件。

5.3.6.3 项目间互动

用例：考虑两个不同的配置项目分别由 SCT A 和 SCT B 管理(这两个配置项目可能包含一个或多个 UAS)。一个 IED(例如 IED 2)涉及两个项目，因此，用于 IED 2 的.cid 文件宜考虑到两个上下文背景。最后一步是发布这个.cid 文件。

此后，第一阶段包含发布.scd 文件，如图 8 所示。

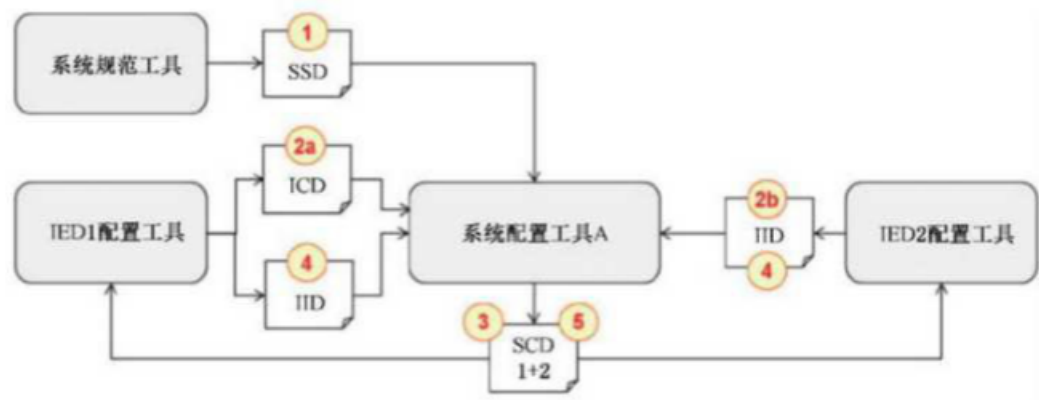


图 8 项目间互动,第一阶段

- 步骤 1:系统规范工具(SST)创建.ssd 文件。
 - 步骤 2a:IED1 配置工具创建.icd 文件。
 - 步骤 2b:IED2 配置工具创建.iid 文件,作为初始实例。
 - 步骤 3:SCT A 使用前两步创建的.ssd 文件、.icd 文件和.iid 文件,创建描述 IED1 和 IED2 的.scd 1+2 文件。
 - 步骤 4:各 ICT 用步骤 3 创建的.scd 文件,创建.iid 文件。
 - 步骤 5:SCT A 发布吸收了步骤 4 创建的.iid 文件描述信息的新.scd 1+2 文件。
- 此后的第二阶段含有使用.scd 1+2 文件中的、涉及第二项目通信的部分,如图 9 所示。



图 9 项目间互动,第二阶段

- 步骤 6:SCT A 创建.sed 2r 文件。此文件仅给出第二项目在工程中需要的 IED2 所要求的信息,这就是“IED2 缩减版”的含义。

步骤 7: SCT B 用 SCT A 在步骤 6 创建的.scd 2r 文件,创建考虑到自身上下文背景的.scd 3+4+2r'文件。

步骤 8: 各 ICT 用.scd 3+4+2r'文件,创建.iid 文件。

步骤 9: SCT B 创建考虑到 IED2 在 SCT B 中的上下文背景的、新的.scd 2r'文件。

步骤 10: SCT A 用.scd 2r'文件(此文件集成了来自于 SCT B 的 IED2 数据流修改),创建新的.scd 1+2'文件。

步骤 11: 各 ICT 用步骤 10 创建的.scd 文件,创建.cid 文件。

5.4 灵活性和可扩展性

自动化系统的灵活性和可扩展性要求系统的软硬件配置可扩展。它也取决于功能与物理结构,以及功能部件之间的依赖关系。

可增加 IED 或更换具有不同功能的 IED,这样的硬件配置灵活扩展是满足系统灵活性和可扩展性的第一要求。

灵活性和可扩展性还取决于工程工具。影响自动化系统行为及维护的因素中,最主要的是 IED 配置工具,以及它对 IED 不同参数集的处理。在实际中能看到,IED 配置工具是特定于制造商甚至 IED 类型,因此,同一个项目中来自不同制造商的 IED,可能需要不同的 IED 配置工具。

因此,IED 配置工具的功能性、兼容性与可扩展性,对于系统的进一步功能扩展是很重要的。它至少要支持在 IEC 61850-6 和 IEC 61850-7(所有部分)中定义的不同版本兼容特性。

制造商的 IED 配置工具应向后兼容,也就是说,可通过最新的参数化工具配置制造商所提供的、同系列的、全部已有的 IED。

所有的配置工具应能在有商业操作系统的商业硬件上运行。它们应支持对带版本标识的现有参数集的灵活或一致修改。

系统配置工具应提供与其他配置工具交换数据的开放接口,例如,调度中心与其他制造商工具。作为最基本的要求,系统配置工具至少要支持导入/导出 IEC 61850-6 定义的 SCL 文件。

5.5 可裁剪性

系统配置工具应能用于所有典型的 UAS 应用。通常,UAS 系统的设计方式是应用全域全部采用模块化设备系统搭建完成,设计包括以下方面:

- 变电站的任务(输电/配电/发电厂/分布式能源/……电网)和电压范围(中压/高压/超高压);
- 应用的整体水平(简单的集中式运动单元或具有分布式人工智能的、集成了变电站控制、监视和保护功能的综合系统);
- 功能的复杂程度(从简单的 SCADA 至复杂的自动化任务);
- 通信功能(与一个调度中心的简单远程通信,具有不同通信协议功能的节点,集成其他多个变电站的公共节点主站)。

系统配置工具宜支持可剪裁性,这样就可以用最少的资源和成本来执行不同应用水平的配置任务。在最低水平,例如对于简单的远程通信单元,仅要求输入参数;而在最高水平,应能管理 SAS 的所有可用选项。

此外,IED 配置工具宜通过使用如模板、宏指令和复制等功能,来支持工程的合理化。

5.6 自动化项目文件编制

5.6.1 概述

UAS 的文件编制通常有如下两个与项目相关的工作任务(见图 10)。

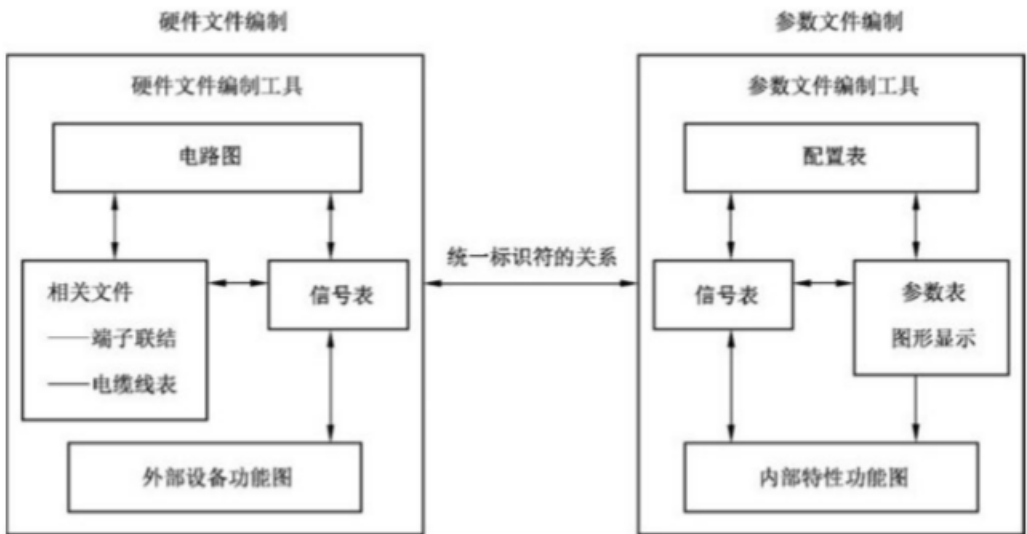


图 10 UAS 项目相关的文件编制

硬件文件编制的内容包含：

- UAS 组件之间的连接及其与 PE 连接的电路图；
- 信号连接表；
- 外部设备功能图；
- 小室布置和线缆表。

系统和 IED 的参数文件编制的内容包含：

- 配置表；
- 信号表；
- 参数表；
- 通信网络地址；
- 所有显示的图形表示和操作菜单序列；
- 功能图或功能描述。

工程工具能生成如下文件：

- a) 借助 CAD(或类似)系统中的设计工具输入值,生成硬件文件；
- b) 使用来自参数化工具的 IED 参数集,生成参数文件；
- c) 使用来自系统配置工具的系统参数集,生成系统配置文件。

硬件和参数文件的接口是信号表,后者在这两个文件中应有统一的、专门的信号标识符;更适宜基于本标准其他部分定义的、标准化的语义标识。

基于设计和参数化工具的输入而生成的文件,宜保证文件与项目备忘录、IED 参数集及过程数据表之间的一致性。

5.6.2 硬件文件编制

系统的硬件文件编制宜按照与其他变电站设备文件的相同结构来进行。

关于硬件文件的标识和结构,宜使用标准[如:IEC 61175,IEC 81346(所有部分)]。

5.6.3 参数文件编制

5.6.3.1 总则

参数文件通常由列表和表格组成,并通过图,反映解决方案的原理。为了获得更好的总览效果,宜先为典型的对象和功能生成文件,然后,再为文件类型的对象实例生成更高层次的列表。

5.6.3.2 配置表

变电站的配置表和单结线图是参数文件编制的起点。配置表包括：

- 系统的 IED 和组件的概况,包括硬件和软件的版本发布标识;
- 配置工具的软件版本发布标识;
- 5.3.4 中所要求的参数集的标识。

对于不同的参数类型,以不同的方式进行参数文件编制。

5.6.3.3 系统参数文件编制

需要设置到 IED 的系统参数宜从制造商的标准文件中挑选出来,导入到项目的专门文件。项目的特定系统参数集通过系统配置工具生成,也能通过系统配置工具文件化。

5.6.3.4 过程参数文件编制

过程参数文件编制的内容包含有系统边界的所有信号的描述及其在系统内的管理和安排的细节。下列描述文件是典型的过程参数文件。

- 信号表是后续处理过程参数表的基础。信号表列出了所有模拟信号和开关量信号,以及这些信号分配到系统中 IED 输入、输出和文件编制特定部分的分配情况。
- 远动映射表给单个信号分配远动规约中的地址。
- 报文文本可由用户定义,并可为不同报告中的报文文本分配二进制表示信号。
- 可指定模拟信号的特性曲线。
- HMI 表描述显示器和打印机上的信号的显示特点。
- 存档表包含有什么信号值、在什么条件下、以何种属性被存档的全部信息。
- 采集表包括信号采集的定性属性的所有信息,例如,二进制输入的滤波次数或命令次数。

5.6.3.5 功能参数文件编制

功能参数宜被编制成参数表,并被图形化,编制出功能图。

为了更清晰起见,按照线路图的绘制规则,功能图宜按如下构成:

- 控制(如:自动单/双点命令、成组命令、顺序操作);
- 位置指示(如:命令的指定,变压器的并列运行,母线段的电压定义);
- 事件/报警指示(如:组信息、自动操作);
- 联锁;
- 遥测链接(如:溢出,温度越限);
- 合环控制的算法;
- 保护。

操作程序、结构和符号,它们的总体显示与详细显示都宜以图形文件形式编制。

报告表和规约的编号及类型宜以参数表的形式编制成文件。

对于功能图的设计与结构,其要求符合相关的国际和国家标准[如:IEC 61082(所有部分)]。

5.6.3.6 运行参数文件编制

运行参数宜被编成具有数值范围和基本整定的参数表。由用户改变的值在运行报告中记录。

5.6.4 对文件编制工具的要求

文件编制工具的输入是参数配置工具生成的 IED 参数集。参数文件编制工具生成一个包含全部

参数的完整参数文件,并自动生成文件目录。

参数文件编制工具宜能根据不同的实际用途,生成只含部分内容的参数文件,如:

- 远动信息的参考表;
- 按 IED 地址分类的信息表;
- 联锁功能图。

参数的所有改变都应在文件中标示出来。参数文件编制工具宜支持与这种修改服务有关的要求。

5.7 一般性文件编制

一般性文件编制的内容是针对制造商的一个 IED 或 UAS 产品系列的功能与设备的描述。这些描述文件是通用的,不是某项目所专用的。

依据通常规则,一般性文件编制的内容包含:

- 设备描述;
- 说明和维护手册;
- 系统描述;
- 功能描述;
- 操作说明;
- 服务项目说明;
- 故障查找和维护说明;
- 工程工具用户手册。

一般性文件编制宜为每个已安装的系统,提供其项目所相应的文件。

5.8 系统集成商的支持责任

在通常情况下,所有的工程任务都包含在系统集成商对 UAS 项目的商约之中。

在任何情况下,系统集成商均应向用户提供系统维护所需的工程工具,并为使用这些工具的用户提供适当的培训,以使用户可维护和扩展其系统安装。

系统集成商宜通过提供咨询服务、培训,定期通告与系统安装、工程工具更新及功能扩展有关的信息,来支持这一过程。

5.9 系统测试和工程安排

系统的功能性测试,尤其是维护测试,也包括 FAT 和 SAT 期间的测试,需要准备系统配置来支持测试。

测试构架应由用户在项目初期确定,因为这会带来影响系统设计和配置的额外要求,见 IEC TR 61850-10-3。

6 系统寿命周期

6.1 对产品版本的要求

如图 11 所示,UAS 及其 IED 的寿命周期,从制造商和用户两个不同的角度看,是有区别的。

- 制造商的产品寿命周期是从 UAS 产品系列的开始生产至停产,这一时间段。
- 用户的产品寿命周期是从产品参与的第一个系统设备的现场调试开始至其参与的最后一个系统设备的退出运行,这一时间段。一个系统设备通常集成多个 UAS 产品系列,系统设备也可能是由本产品制造商之外的系统集成商完成。

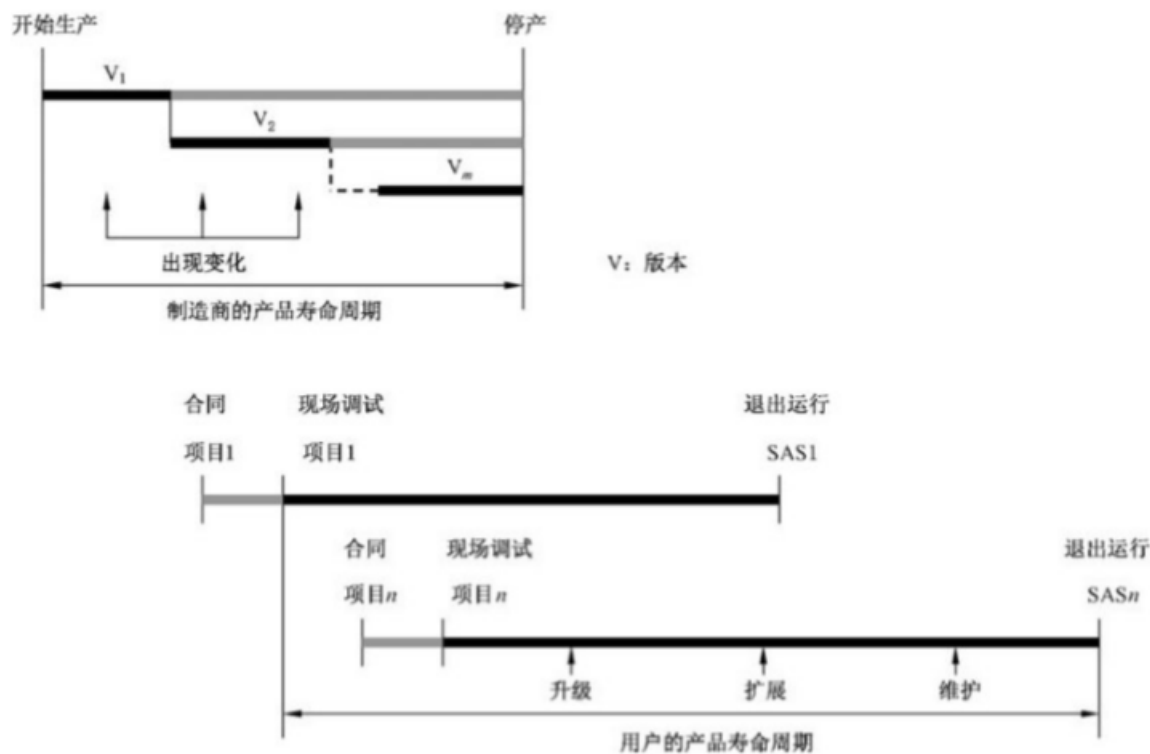


图 11 系统寿命周期的两个含义

在制造商的 UAS 及其 IED 的寿命周期内,由于不同原因,可能会出现如下的变化和扩展:

- 功能改善和扩展;
- 硬件的技术更新;
- 对已发现问题的纠正。

这些变化会导致 IED 的硬件、软件或支持工具的版本升级。

不同的用例随后被识别和开发(参见向后兼容)。

对于任何的用例,制造商都有义务提供 IED 所有版本(软件、固件、硬件、配置、修订)的识别特征:

- 在 IED 软件或支持工具软件中,版本信息是可自识别的(如:在显示器或 PC 机上);
- 对于硬件,版本信息可在 IED 层级获得(既可在物理设备上给出,也可由工具提供);
- 功能变化或功能取消,应发放新的配置兼容表。

制造商和用户的两个产品寿命周期的协调,要求同型号 IED 的新版本应符合下列规则。

- 硬件应兼容。所有接口都应在相同的位置,完成相同的功能。插件和装置的尺寸应统一。
- 产品软件不同于之前版本的功能变化,应说明清楚。这包括对设备的 IEC 61850 接口的任何影响。这些信息能帮助用户了解使用该设备将会对 IEC 61850 系统产生的影响。
- 支持工具应向下兼容,即支持工具的新版本应支持同系列产品的所有现有版本。

制造商应将上一次产品版本和最新的产品版本之间的全部功能变化和功能扩展,告知用户。

从 UAS 维护的观点来说,完全相同或向后兼容的产品是故障部件更换的首选。如果要使用仅是功能兼容而非工程兼容的产品,则可能需要对 UAS 某个部件做工程再配置。

6.2 停产通告

制造商宜及时通知与产品停产有关的所有用户,以保证用户能够选择订购备品或准备扩展。

如果停产后,没有后续的功能兼容产品,通告应在事先规定的提前期限内发布。

如果停产后,还有后续的功能兼容产品,通告可在较短的提前时间发布。这时,需要保证停产产品和后续的功能兼容产品之间有一个最小的生产供货重叠期(停产通告示例见附录 A)。

6.3 停产后的支持

在用户的系统及其 IED 的寿命周期内,预计会出现一些更改、扩展和维修。制造商有义务在 UAS 产品系列及其兼容 IED 停产后,按照系统集成商、用户与制造商间的协议,支持这些处理。如下的方式可用于这些协议。

- 特定的用户协议约定在商定的期限内,以特别商定的价格和供货条件,以最小年度订货量继续供货。
- 在商定的期限内,以特定的供货条件,提供相同或兼容的 IED(功能、安装和接线)用于扩展。
- 在更长的期限内,以特定的供货条件,提供原先的备件和修理服务。
- 按照商定的供货条件,由制造商管理、维护和提供 IED 软件、服务工具软件的所有供货版本。参数集的维护是用户的责任。
- 使用自适应接口支持新产品的接入。

案例对应的时间条件见附录 B。

以上涉及“系统寿命周期”的要求,不适用其中用到的商业计算机产品(例如:PC 机、CD ROM)。

如果制造商与集成商不是一家,停产后的支持应在相关合同中协议约定。

6.4 向后兼容

6.4.1 总则

正如 6.3 所述,一个 UAS 及其 IED 的寿命周期涉及几个变化。它们可能来自于:

- 制造商的改善、增加新功能和/或错误纠正;
- 用户的扩展或新要求;
- 标准新版本。

6.4 中后述的更换或扩展处理,并不在于关注究竟是原来的、还是新的制造商,提供处理用的新部件;而是通过下面的四个用例来审视:实际中的 IEC 61850 SCL 配置处理是怎样进行标准化的,以及配置处理过程可能的应对问题。

考虑到系统是要实际运行的,所以要突出公用事业的观点。

注 1: 如果 IEC 61850 新版本提示做不到向后兼容时,需要制造商提供一个化解不兼容的解决方案。

注 2: 如果需要打破标准自身的向后兼容性时,无论是因为何种原因,均按照 IEC 61850-6:2018 中的附录 I 所描述的工作流程,通过 SCT 来处理化解事务。

注 3: IEC 61850 系列标准的第一个版本被理解为一个特殊情况,不考虑它的向后兼容性。本条的向后兼容性讨论都是只针对第一个版本之后的版本/实施。

6.4.2 部件

部件划分为以下 5 类。

- 新 IED**:任何原因导致更换的 IED 或现有系统的扩展。
- 客户端**:仅限于新 IED 的客户端或订阅者。这意味着是站控层与间隔层间的通信(见 IEC 61850-5 中的 IF1 和 IF6)或者是间隔与过程层间的通信(见 IEC 61850-5 中的 IF4 和 IF5)。
- 互动 IED**:仅限于新 IED 的服务器或发布者。典型的是间隔层通信,间隔内或间隔间的通信(参见 IEC 61850-5 中的 IF3 和 IF8)。
- 其他 IED**:所有与新 IED 没有关系的 IED。
- 配置工具**:指 SCT,可能还有 ICT。

6.4.3 用例

区分为如下 4 个用例。

- 无新增功能需求时：
- 采用原制造商产品的单个 IED 更换(UC1)；
 - 采用新制造商产品的单个 IED 更换(UC2)；
 - 现有系统扩增一个 IED(UC3)。
- 有新增功能需求时：
- 现有系统扩增新功能(UC4)。

注：在后面的条款中，为了规避设计某些特殊版本的 IED(61850 设备)(如：Ed1 系统增加 Ed2 设备)，Ed n 与 Ed n+m 是设计用于覆盖所有可能性的(如：Ed2 系统增加 Ed3 设备，或者甚至，Ed3 系统含有 Ed5 设备，等等)。重要的是 Ed n+m 比 Ed n 晚。

6.4.4 冲突

6.4.4.1 总则

依据是否是一个新发布(即互操作性，TISSUES 已经实现)或新版本/修订(即标准的新版本)，为前面列出的每类部件，研究了以下 3 种情况下，可能引起的冲突：

- 改变或修改配置，这意味着产生更新的.scd 文件和潜在的新.cid 文件；
- 升级 IED 固件；
- 升级 SCT 和其他 ICT。

图 12 的表格是用来详细列出哪些冲突是可接受的，哪些是不可接受(NA)的。

	改变或修改 61850 配置 (.scd 部分更新)引起的冲突	升级设备固件引起的冲突	升级 61850 配置工具引起的冲突 (设备的 ICT 升级/系统的 SCT 升级)
新 IED		NA*	NA**
客户端			
互动 IED		y	
其他 IED			
61850 系统	NA***	NA****	x

图 12 可接受的冲突的表格模板

- 图 12 表格中的符号等说明如下。
- * 新的 IED 不需要固件升级，因为它没有被使用。
 - ** 新 IED 已配备了升级的 ICT。
 - *** 通过选择本列中的所有其他选项(客户端+互动 IED+其他 IED)，可涵盖整个系统配置升级(全部 IED)。
 - **** 系统的固件升级(全部 IED)选择本列中(客户端+互动 IED+其他 IED)的所有其他栏。
 - 深蓝色填充的单元格表示可接受系统的全部部件出现有此冲突。栏中的“x”是对应此表格下面的解释条号。
 - 浅蓝色填充的单元格表示可接受系统的此类部件出现有此冲突。栏中的“y”是对应此表格下面的解释条号。
 - 无填色的单元格表示没有此冲突(例如，与新特性无关的 IED 将不会受影响)。

6.4.4.2 第一用例(UC1)

用原供应商的一个新 IED 做更换，特性等效，与系统配置无冲突，如图 13 所示。

此时,供应商应提供配置更新 IED 的手段(特别是数据模型),镜像成旧设备配置(即使此新设备支持 IEC 61850 更新的版本)。

本用例的基本情况见表 1。本用例的冲突要求见表 2。

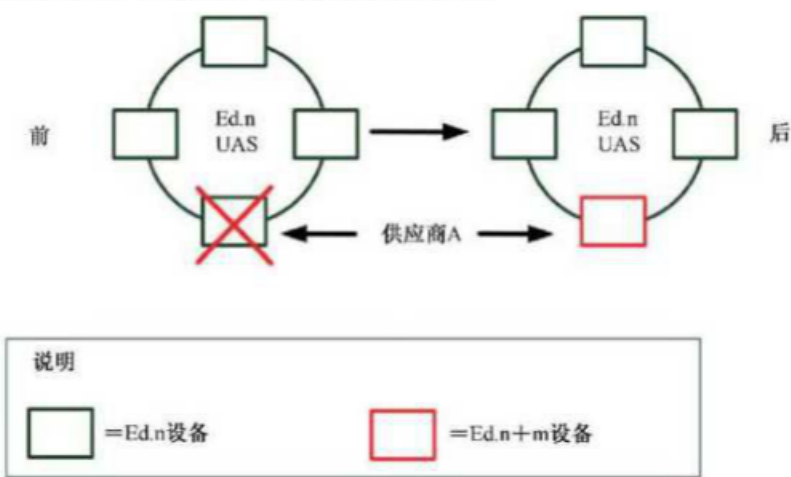


图 13 向后兼容性的第一用例

表 1 第一用例(UC1)的基本情况

	前	后
UAS 版本	Ed.n	Ed.n
事件	A 供应商的设备失效	用相同特性的设备更换
IED 能支持的 IEC 61850 版本	Ed.n	Ed.n+m*, 配置和运行均同 Ed.n
供应商	A	A
说明	无新增功能需求	
需求	不需要重新工程化处理(如:无 bug 纠正或互操作问题的纠正),新 IED 就能被集成。仅要求 Ed.n 版本的.scd 文件能下载到新 IED,与系统无冲突。即: <ul style="list-style-type: none">• 与其他 IED 无冲突;• 与 ICT 无冲突;• 与 SCT 无冲突	

表 1 中 * 表示可能会导致要升级系统中的 IEC 61850 n 版本的 IED(即所有 n 版本的 IED),因为 n+m 意味着新设备可能是一个更新的 IEC 61850 版本。

示例:版本 1 的系统增加一个 2.1 版本的 IED。

表 2 第一用例(UC1)的冲突要求

	改变或修改 61850 配置引起的冲突	升级设备固件引起的冲突	升级 61850 配置工具引起的冲突
新 IED		NA	NA
客户端			
互动 IED			
其他 IED			
61850 系统	NA	NA	

不接受任何冲突。

6.4.4.3 第二用例(UC2)

用原或新供应商的一个新 IED 做更换,新 IED 与原 IED 特性等效,但与系统配置有冲突,如图 14 所示。

假定在本用例中,新 IED 拥有与旧 IED 不同的数据模型。为了支持与原来同样的数据流(如:系统仍保持与原来一样的系统特性),系统配置宜升级。

本用例的基本情况见表 3。

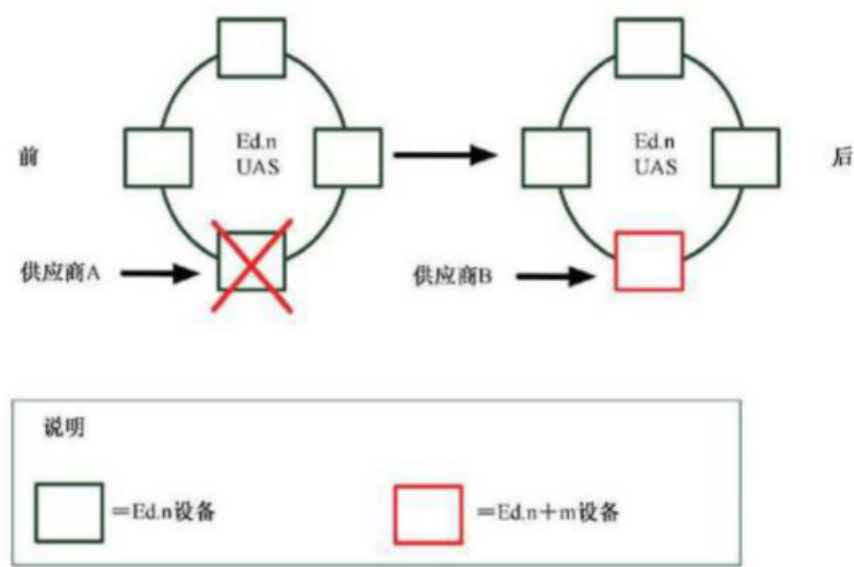


图 14 向后兼容性的第二用例

表 3 第二用例(UC2)的基本情况

	前	后
UAS 版本	Ed.n	Ed.n
事件	A 供应商的设备失效	用相同特性的设备更换
IED 能支持的 IEC 61850 版本	Ed.n	Ed.n+m *
供应商	A	B
说明	无新增功能需求	
需求	需要新 ICT,用来创建新配置供下载。新 IED 越灵活,数据模型看起来就越相似。预期估计会要更改客户端(控制块,数据集)	

表 3 中 * 表示示例:版本 1 的系统增加一个 2.1 版本的 IED。
预期:第二用例(UC2)的冲突要求见表 4。

表 4 第二用例(UC2)的冲突要求

	改变或修改 61850 配置引起的冲突	升级设备固件引起的冲突	升级 61850 配置工具引起的冲突
新 IED	2	NA	NA
客户端	2		
互动 IED	2		
其他 IED			
61850 系统	NA	NA	1

表 4 中的数字代表的意义如下：

- 1:新数据模型与原来的模型不相同或有更多信息时,.scd 文件应升级。因此,要求 SCT 的新版本来管理新 IED 的新 IEC 61850 版本。SCT 宜能为两版本提供配置文件。详细的工作流程应符合 IEC 61850-6:2018 中的附录 I。
- 2:数据模型更改时,新 IED 数据集的 FCDA 与旧 IED 的 FCDA 是不同的,这意味着与其关联的其他 IED 也都需要升级 Extref。

6.4.4.4 第三用例(UC3)

现有系统增加一个 IED 来支持新的 UAS 功能,这样的系统扩展,如图 15 所示。

增加的这个 IED 将会与客户端交换信息,也可能与其他 IED 交换信息。此时,需要一个新的.scd 文件。

本用例的基本情况见表 5。

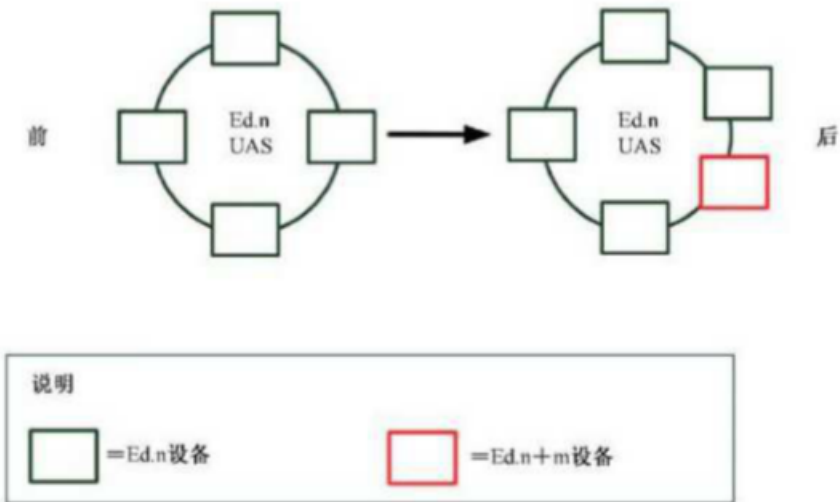


图 15 向后兼容性的第三用例

表 5 第三用例(UC3)的基本情况

	前	后
UAS 版本	Ed.n	Ed.n
事件	需要新的 UAS 功能	增加一个设备
IED 能支持的 IEC 61850 版本		Ed.n+m
供应商		A 或 B
说明	系统不要求在 Ed.n+m 中定义新增功能	
需求	需要为新 IED 提供新 ICT(或新 ICT 版本)	

预期：第三用例(UC3)的冲突要求见表 6。

表 6 第三用例(UC3)的冲突要求

	改变或修改 61850 配置引起的冲突	升级设备固件引起的冲突	升级 61850 配置工具引起的冲突
新 IED	2	NA	NA
客户端	2		
互动 IED	2		
其他 IED			
61850 系统	NA	NA	1

表 6 中的数字代表的意义如下：

- 1：.scd 文件应升级。因此，要求 SCT 的新版本来支持新 IED 的新 IEC 61850 版本。SCT 宜能为两版本提供配置文件。详细的工作流程应符合 IEC 61850-6:2018 中的附录 I。
- 2：与新 IED 通信的每个 IED 的配置都需要升级。

6.4.4.5 第四用例(UC4)

系统扩展可能出现新 IEC 61850 版本的新 UAS 功能，如图 16 所示。
本用例的基本情况见表 7。

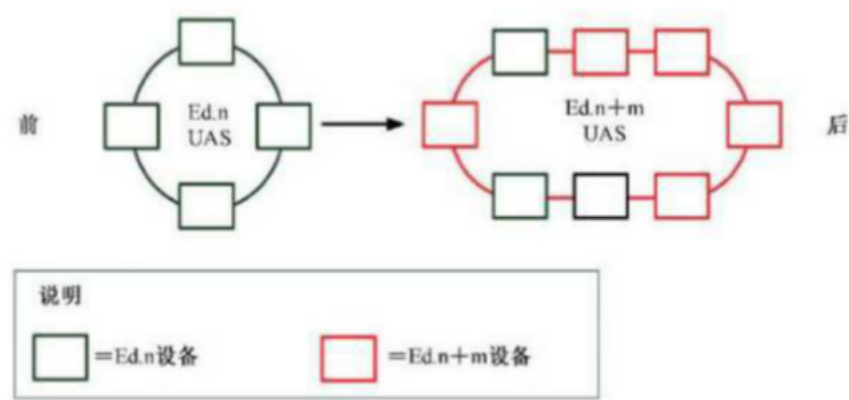


图 16 向后兼容性的第四用例

表 7 第四用例(UC4)的基本情况

	前	后
UAS 版本	Ed.n	Ed.n+m
事件	一次系统扩展有 UAS 扩展需求	增加多个新 IED 来支持 UAS 扩展
IED 能支持的 IEC 61850 版本	仅 Ed.n	Ed.n 与 Ed.n+m 的混合系统
供应商	任何	
说明	系统要求在 Ed.n+m 中定义新增功能	
需求	如果新扩展（也包括新 IED）来自于其他供应商，非原供应商，可能需要新 ICT，用来创建新配置供下载。新 IED 越灵活，数据模型看起来就越相似。否则，可能会更改客户端（控制块，数据集）	

预期:第四用例(UC4)的冲突要求见表 8。

表 8 第四用例(UC4)的冲突要求

	改变或修改 61850 配置引起的冲突	升级设备固件引起的冲突	升级 61850 配置工具引起的冲突
新 IED	2	NA	NA
客户端	2	3	3
互动 IED	2	3	3
其他 IED			
61850 系统	NA	NA	1

表 8 中的数字代表的意义如下:

- 1: .scd 文件需要升级,因此,要求 SCT 的新版本来支持新 IED 的新 61850 版本。SCT 应为两版本提供配置文件。详细的工作流程符合 IEC 61850-6:2018 中的附录 I。
- 2: 所有的互动 IED 与客户端的配置都需要升级。
- 3: 如果支持旧版本标准的互动 IED 或客户端需要与 n+m 版本的新特性有接口,则它们的固件和 ICT 需要升级。此时,部分设备将升级到 Ed.n+m。

7 质量保证

7.1 责任划分

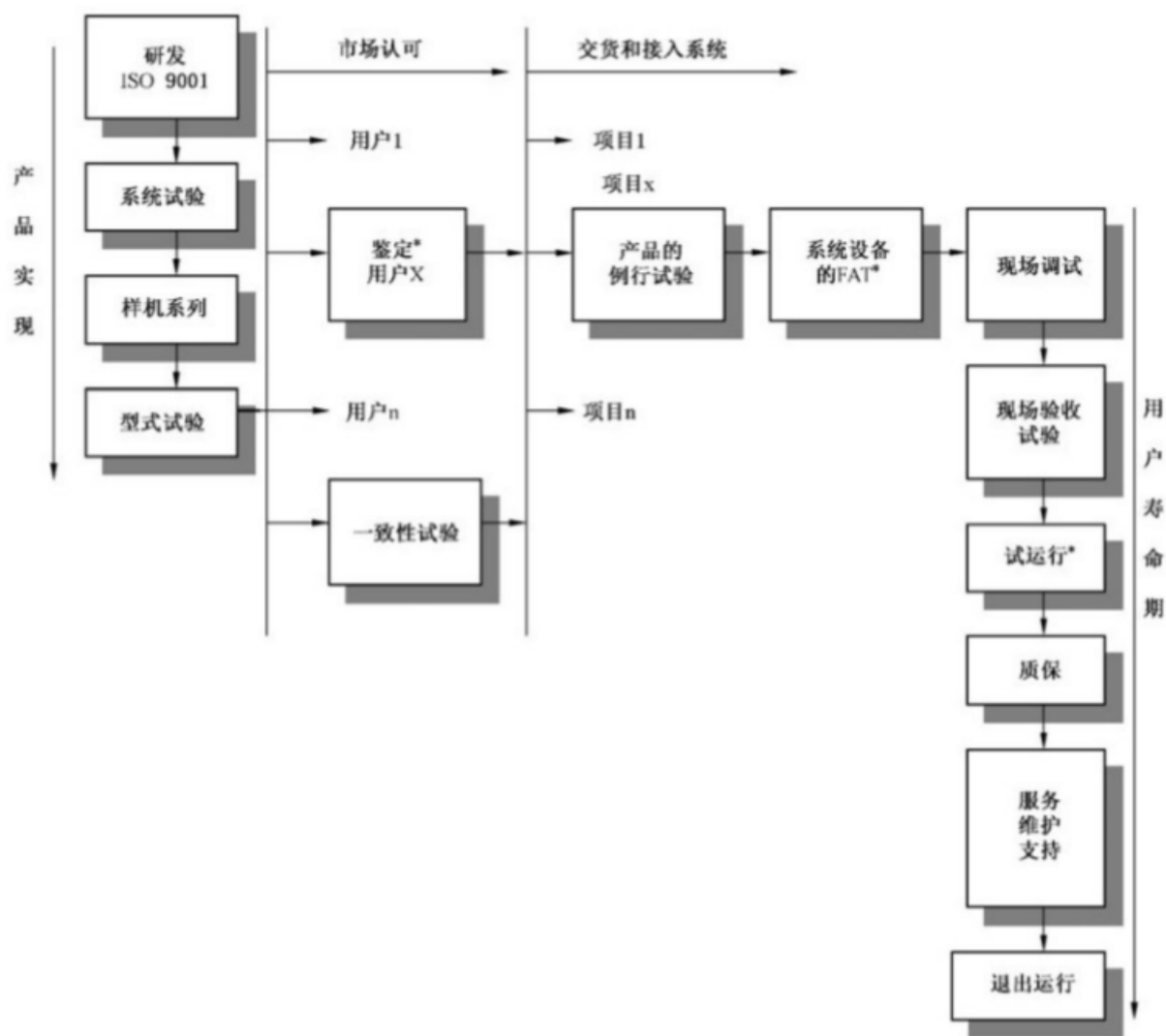
7.1.1 通则

系统的质量保证是系统集成商/制造商和用户的共同任务,有各自不同的责任范围。如果涉及两家或多家,他们各自不同的责任应在采购的时候约定好。

7.1.2 制造商和系统集成商的责任

7.1.2.1 质量体系

制造商和系统集成商宜建立符合 ISO 9001 的质量体系建立其质量体系。
作为制造商/系统集成商责任的质量保证各阶段如图 17 所示。



注：* 表示可选项。

图 17 质量保证各阶段——制造商和系统集成商的责任

7.1.2.2 试验责任

制造商负责其产品的型式试验和系统试验的正确进行。型式试验和系统试验是开始正式供货的前提条件。

所有的 IED 应先通过制造商为保证质量而规定的全部例行试验,然后才能交货。

根据用户的要求,也许需要一些用户特别要求的鉴定和认可。这由用户与系统集成商协商确定。这些鉴定和认可,可由用户在产品级、系统级上做出。

系统集成商负责准备与实施对各个产品及整个系统的专题调研。此外,系统集成商还负责证实技术要求的满足情况,包括性能标准。IED 一致性测试能降低系统集成商在此处的风险。

在引入系统时,系统集成商负责确保:由系统集成商代表和用户代表共同参加可选的工厂验收试验(FAT)和强制的现场验收试验(SAT);这些试验都应在配置成用户的配置和参数集的条件下进行;系统集成商代表和用户代表共同见证所有功能试验。试验之前,需要进行适当的集成和调试,这也是系统集成商的责任。FAT(如果需要)的成功完成是设备交付和后续在用户场地进行现场验收试验的前提条件。FAT 和 SAT 及它们的试验内容,应由用户和系统集成商双方商定。

SAT 前的系统现场调试通常是系统集成商的责任。调试完成后宜有一个试运行期(例如一个月)。试运行期的长短和需要满足的条件,例如,试运行是在 SAT 前,还是之后,由系统集成商和用户双方商定。

质量保证期间的产品维护是制造商的责任。这期间,在项目测试中发现的任何产品缺陷都要反馈到下个产品版本。6.1 中描述了对新版本的处理。

7.1.2.3 质量保证和售后服务

根据商定条件,现场调试完成后,对下列各项的质量保证便已开始:

- 硬件;
- 工程;
- 软件。

质保期内检测到的各种产品故障也可能在下一个项目中出现,应向相关的系统集成商和用户通报。至于决定是否安装产品新版本,则是用户的责任。

质保期后,系统集成商或制造商宜提供如下的售后服务:

- 在商定的期限内供应备件;
- 对故障诊断的支持;
- 向用户提供关于功能缺陷的紧急信息,本项服务是强制的;
- 纠正所发现的软件错误和硬件缺陷;
- 提供并介绍升级软件。

7.1.2.4 诊断

制造商宜开发和提供特殊的诊断工具,以用于:

- 系统内部和外部的故障判定;
- 系统和单个 IED 内部的故障定位。

如果合适,诊断工具宜设计成可远程使用。

系统及其单个产品的技术文件应包括使用的预防性维护措施的建议(例如对电池、电容器等)。

7.1.3 用户的责任

用户负责保证系统的相关环境和工作条件满足系统及其各单个产品的技术文件所描述的条件。

用户应按照制造商的说明,对可维护的部件进行预防性的维护服务或更换。

用户有必要按照制造商或用户的标准组织[国际电气工程师学会(IEE)、德国电力协会(VDEW)、电气与电子工程师协会(IEEE)等]的建议,对单个产品及其相关功能(如保护和断路器)进行定期巡视和常规检查。

发现缺陷后,用户宜立即进行故障检修,以获得最高可能的可用性。

用户宜在招标阶段,最迟在工程过程的早期阶段,确定项目的要求。

需要确定的项目要求可包括:

- 系统规范(功能的、网络、安全及保障);
- IED 和网络设备的使用要求;
- 通信要求;
- FAT、SAT 和维护中的系统试验及认可要求;
- 维护测试的理念意向。

这些要求可通过.ssd 文件表述。

7.2 试验设备

7.2.1 总则

试验设备包括所有为验收试验和调试所需的设备。试验设备用于校验一次设备的全部输入/输出、

与电网控制中心的通信、自动化系统的各单个 IED 的功能。

此外,试验设备对于证明系统的行为和特性是必不可缺的。考虑到功能与性能要求,试验设备分为 3 类:

- 正常过程模拟;
- 暂态和故障过程模拟;
- 通信检查和模拟。

7.2.2 正常过程试验设备

这种试验设备,在其最简单的模式下,宜能够:

- 为变电站控制系统提供所有报警和高压设备状态;
- 模拟测量值(包括超量程范围);
- 显示所有来自 UAS 的指令。

复杂一些的试验设备宜能够实时模拟开关设备的动作。这样的试验设备可用来检查动态过程,例如顺序操作或同期。因此,需要试验设备能模拟出诸多动作状况——例如,在顺序操作过程中,模拟出开关设备的中间位置或模拟一个母线段的接地故障。

试验设备还宜能产生一个短时间内的大流量数据流或周期性的间歇数据流。

7.2.3 暂态和故障试验设备

这种试验设备宜能加入可编程的三相电力系统的暂态电压和电流,模拟多种故障或其他异常过程,如功率振荡,电流互感器的饱和及其他。试验设备宜能模拟故障,从而生成扰动记录。

7.2.4 通信试验设备

这种试验设备用于下列环节的通信信道试验:

- 系统的内部连接;
- 远程通信。

通信试验系统是一个方便且高效的工具,它能在所要求的层级(电网控制中心、变电站、间隔和过程层)上执行以下功能:

- 模拟服务器、模拟客户端,监控数据流量;
- 对数据流进行质量分析(例如电气信号的质量、时间中断等)。

7.3 试验分类

7.3.1 基本的试验要求

制造商宜提供一个涵盖从研发阶段的样机功能试验至最终型式和系统试验的所有活动的试验方案。

此试验方案应详细规定试验的范围和目的、试验程序和判定准则。

如果需要,所有试验都应以一种可重复其结果的方式记录。

所有试验宜具有试验资质、组织上独立的制造商内部机构或者独立的第三方外部机构来做,并由他们来判定产品是否通过试验。

7.3.2 系统试验

系统试验是在不同的应用条件(不同的配置和参数)下,以及整个 UAS 产品系列中的其他 IED(包括全部试验工具,例如参数化工具、诊断工具)的共同交互下,完成对每个 IED 的功能正确性及性能指

标的验证(见图 18)。

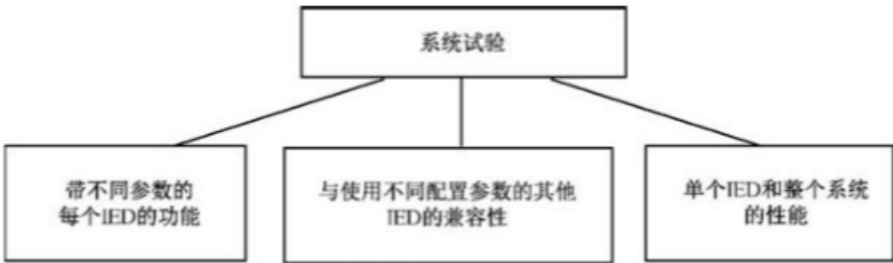


图 18 系统试验的内容

成功地完成系统试验是开始型式试验的前提。

7.3.3 型式试验

应通过型式试验来证明一个新设计产品的适用性要求。型式试验应使用从生产产品中抽取的样品来进行。型式试验是针对规定的技术要求(见图 19),对产品进行验证,比如:

- 机械耐受能力;
- 电磁兼容能力;
- 环境气候影响;
- 功能的正确性和完整性。

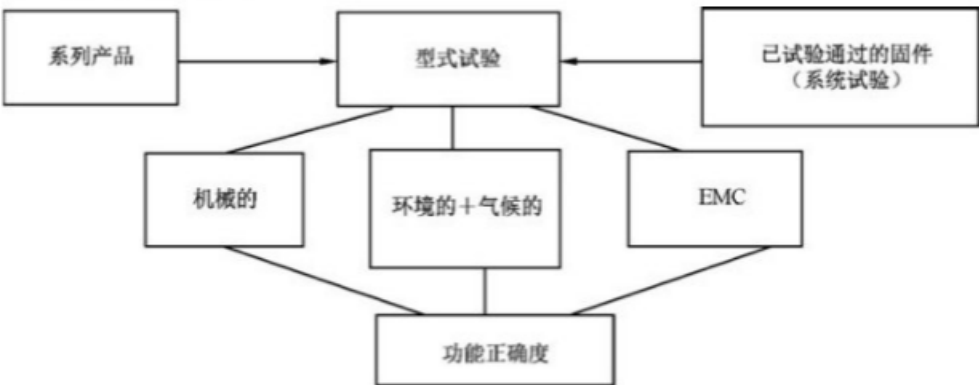


图 19 型式试验的内容

型式试验应使用已通过系统试验的软件来进行。
应在通过型式试验后,才可以开始正常的产品供货。

7.3.4 例行试验

如图 20 所示,例行试验包括专门的硬件和功能试验。

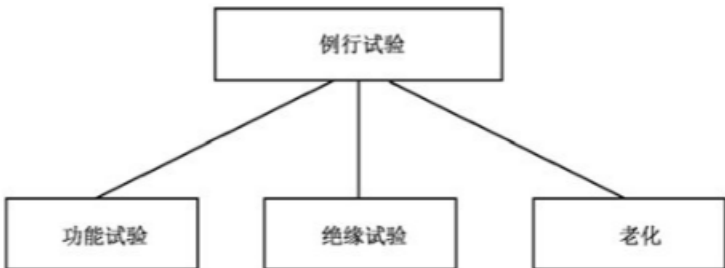


图 20 例行试验的内容

每个产品在发货前都宜经过例行试验。

7.3.5 一致性试验

一致性试验在 IED 的通信信道上进行,包括按照标准或标准的某些部分(见 IEC 61850-10),验证通信处理过程。

7.3.6 工厂验收试验(FAT)

工厂验收试验(FAT)用于按用户的要求,验证系统及其功能。工厂验收试验(FAT)是可选的,但建议进行,因为 FAT 测试可在早期阶段发现配置错误和对预期功能的误解,从而节省成本。

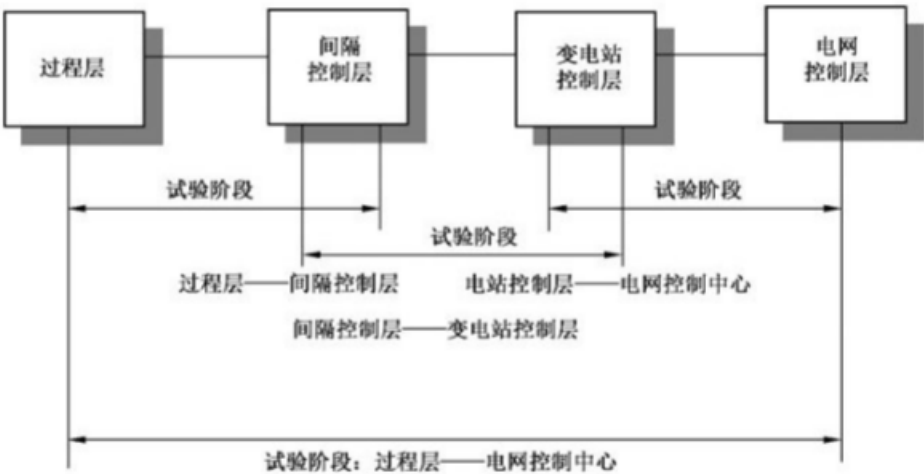
FAT 的范围和目的,应由系统集成商和用户讨论商定,并应在检测清单中记录下来。清单是合同的一部分。

FAT 的结果宜由系统集成商和用户双方记录并签字。

FAT 的重点是测试典型解决方案及其在正常和异常情况下的行为。过程模拟可支持做异常过程和故障情况的试验。

7.3.7 现场验收试验(SAT)

现场验收试验(SAT)的主要目的是在使用现场检查每个系统组件的安装与连接的正确性,应对全部安装好设备分阶段进行(见图 21)。



注：这不是通信结构。

图 21 现场验收试验的试验阶段

图 21 显示出 SAT 的 4 个阶段：

- a) 过程层——间隔控制层；
- b) 间隔控制层——变电站控制层；
- c) 变电站控制层——电网控制中心；
- d) 过程层——电网控制中心。

上述各阶段按照同一个调试计划进行,该计划涵盖了所有信息交换和功能的核验。

应以文件的形式记录 SAT 过程中的每一步试验的结果,并总结用户对 SAT 投入运行的接受程度。

7.3.8 维护测试(调试后)

系统维护测试的主要目的是在任何的一项维护操作之后,在现场检查系统所有组件运行的正确性。如以下示例：

——网络安全补丁安装；

——设备(或设备的部分)的失效与更换;

——LAN 参数修改;

——预见性维护。

这些维护测试的范围取决于已经完成的维护工作。

附 录 A
(资料性)
停产通告(示例)

停产通告有两种情况:没有后续的功能兼容产品和有后续的功能兼容产品。它们的示例见图 A.1。

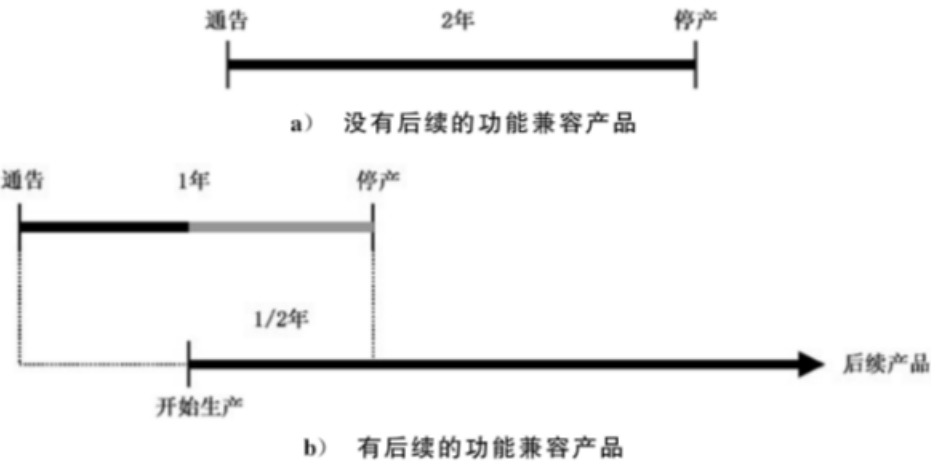


图 A.1 通告的条件

附录 B
(资料性)
停产后的供货义务(示例)

停产后的供货义务的期限见图 B.1。

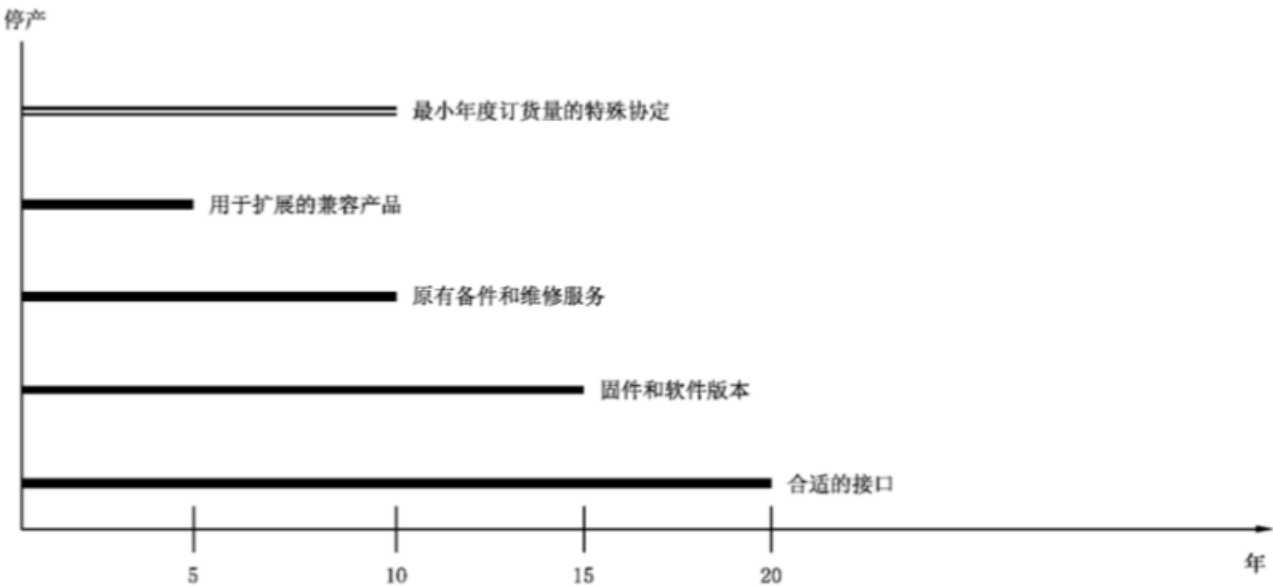


图 B.1 供货义务的期限

参 考 文 献

- [1] ISO 9001:2008 Quality management systems—Requirements
 - [2] IEC 61850-5 Communication networks and systems for power utility automation—Part 5: Communication requirements for functions and device models
 - [3] IEC 61850-10 Communication networks and systems for power utility automation—Part 10: Conformance testing
 - [4] IEC TR 61850-10-3 Communication networks and systems for power utility automation—Part 10-3: Functional testing of IEC 61850 systems
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电力自动化通信网络和系统
第 4 部分：系统和项目管理

GB/T 42151.4—2024/IEC 61850-4:2020

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

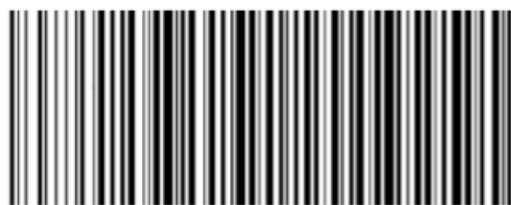
服务热线:400-168-0010

2024 年 4 月第一版

*

书号:155066·1-75219

版权专有 侵权必究



GB/T 42151.4-2024